IM

Die vornehmsten Lehren der Astronomie

deutlich dargestellt

in Briefen an eine Freundin.

Vierter Theil.

Von

H. W. Brandes

Professor der Mathematik in Breslau.

Mit Kupfern.

Leipzig, bei G. J. Göschen. 1816.

263. C. Aftr.

Nacht der Welten! Wie wir im dunkeln Worte schaun
Den, der ewig ist,
So schauen wir in dir, geheimnißvolle Nacht,
Ihn, der ewig ist.

Klopstock.

Die
wichtigsten Beobachtungen
über die
natürliche Beschaffenheit
entfernter Weltkörper

zusammengestellt und erläutert

in einer Reihe von Briefen

von

H. W. Brandes

Professor in Breslau.

Zweiter Theil.

Mit Kupfern.

Leipzig, bei G. J. Göschen, 1816.

Inhalt des vierten Bandes.

34ster Brief. Lauf des Kometen von 1811. — Einige Kometen, die elliptische Bahnen durchlaufen.
35ster Brief. Wo und wie muß man Kometen suchen?
36ster Brief. Von dem Kerne der Kometen.
37ster Brief. Schröters Beobachtungen über die den Kern umgebende Atmosphäre.
38ster Brief. Kegelförmige Hülle und Schweif des Kometen von 1811.
39ster Brief. Einige Nachrichten von frühern Kometen.
40ster und 41ster Brief. Theoretische Untersuchungen über die Gestalt und Entstehung der Schweife.
42ster Brief. Laplace's und Herschels Meinung über die Natur der Kometen und ihrer Schweife.
43ster Brief. Die Fixsterne sind Sonnen und durch Flecken und Axendrehung unsrer Sonne ähnlich.
44ster Brief. Ungeheure Entfernung der Fixsterne, bestimmt durch ihre Parallaxe und durch ihre Lichtschwäche.

45ster Brief. Von der Fortpflanzung des Lichtes.
46ster Brief. Abirrung des Lichtes; wie sie aus der Bewegung der Erde entspringt.
47ster Brief. Eigne Bewegung der Sonne gegen den Herkules hin.
48ster Brief. Doppelsterne; Bewegungen derselben um einander.
49ster Brief. Wie tief vermögen unsre Fernröhre in den Weltraum einzudringen?
50ster Brief. Gestalt des Sternenheeres, welches unsre Sonne in sich schließt.
51ster Brief. Ist die Bestimmung der Gestalt unsers Sternenheeres zuverlässig? — Entdeckung ganzer Heere von andern ähnlichen Sternsystemen.
52ster Brief. Einige Betrachtungen über die Frage, ob das vermehrte Wissen unsern religösen Empfindungen nachtheilig ist?
53ster Brief. Nebelflecke. Ihre Ausbildung zu Sternen.
54ster Brief. Ungewisse Vermuthungen über die Bildung unsers Sonnensystems.
55ster Brief. Allmählige Veränderungen in den großen Sternenheeren. Sind auch diese Weltenheere vergänglich?

Vierter Theil.

Vier und dreißigster Brief.

Meine bisherigen Unterhaltungen haben Sie mit allem bekannt gemacht, was das Planetensystem unsern Beobachtern merkwürdiges dargeboten hat; unter den Begleitern unserer Sonne bleiben uns also nun nur noch die Kometen zu betrachten übrig. Sie kennen jetzt, seit der schöne Komet vom Jahre 1811 uns mit seinem Anblicke erfreut hat, die auffallenden und glänzenden Erscheinungen, welche diese Fremdlinge am Sternenhimmel uns darbieten, und ich halte es daher für überflüssig, bei einer allgemeinen Beschreibung dieser Erscheinungen mich aufzuhalten, obgleich ich auf einzelne Merkwürdigkeiten dieses Kometen noch wieder zurückkommen muß. Furchtbar ist er wohl niemand erschienen. Zwar könnten wir auch ihm Schuld geben, Krieg und Pest sei ihm gefolgt; aber wenn wir auch in der That noch an diesen astrologischen Träu-

men hingen, so müßten wir ihn wohl dennoch als ein Heil bringendes Gestirn betrachten, da nie ein Krieg, ja da der glücklichste Friede nie so in die Augen fallend das Glück eines ganzen Welttheils befördert hat, als dieser Krieg. Doch es ist wohl thöricht, Betrachtungen dieser Art, so sehr auch unser dankbares Herz davon erfüllt seyn mag, an himmlische Erscheinungen oder gar an Astrologie zu knüpfen.

Ich habe Sie zwar mit den Untersuchungen über die Bahnen der Kometen schon in meinen frühern Briefen lange genug unterhalten; aber theils finde ich doch aus später bekannt gewordenen Bemerkungen noch Einiges nachzutragen, theils scheint es mir, als ob der Komet von 1811, den wir selbst gesehen haben, mich aufforderte, Ihnen noch etwas über die Erscheinungen, welche sein Lauf uns zeigte, zu sagen. Die Sichtbarkeit dieses Kometen hatte drei verschiedene Perioden. Zuerst ward er am 25. März 1811 durch Astronomen im südlichen Frankreich entdeckt und bis Anfang Juni beobachtet; dann ward er wieder am 22. August sichtbar und zeigte sich bis in das folgende Jahr hinein; endlich ist er vom 31. Juli bis zum 17. August

1812 wieder gesehen worden. Um zu übersehen, wie er uns abwechselnd erscheinen und wieder unsichtbar werden mußte, wird Ihnen (Fig. 1) wo Sie eine ungefähre Darstellung seiner Bahn finden, dienen können. Die hier gezeichnete Ellipse stellt die kreisförmige Erdbahn perspektivisch, oder in schiefer Richtung gesehen, vor; die dabei bemerkten Monatstage geben die Punkte an, wo sich ohngefähr die Erde an diesen Tagen befindet, und S ist die Sonne. Der Komet bewegte sich nicht in der Ebne der Erdbahn, sondern in einer stark gegen sie geneigten Ebne; aber die mit A E B C D bezeichnete krumme Linie giebt die Punkte in der Ebne der Erdbahn an, senkrecht über oder senkrecht unter welchen der Komet sich, indem er seine Bahn durchlief, befand. Diese Bahn selbst wird durch die mit den Monatstagen bezeichnete krumme Linie dargestellt, und die vertikalen Linien, wie M C, sind die von irgend einem Punkte der Kometenbahn auf die Erdbahn herabgezogenen senkrechten Linien, welche also angeben, wie hoch über, oder wie tief unter der Erdbahn der Komet sich befand.

Sie übersehen nun sogleich aus der Zeich-

nung, daß der Komet im März 1811 noch sehr entfernt von der Sonne und Erde war und daß er weit südwärts von der Ekliptik stand, weßhalb er denn auch nur in südlichern Gegenden erblickt werden konnte. Er stieg jetzt stark gegen die Ekliptik herauf; aber die Erde ging in ihrer Bahn von ihm weiter weg und wir mußten ihn besonders deßhalb aus dem Gesichte verlieren, weil die zu ihm hin gezogenen Linien zu nahe an der Sonne vorbei gingen. Aus diesem Grunde wurde er im Juni zum ersten Mal unsichtbar. Im Juli durchschnitt er die Ebne der Ekliptik bei E in einer Entfernung von der Sonne, die den Halbmesser der Erdbahn bedeutend übertrifft; er stieg nun stark nordwärts über sie herauf und wurde deshalb schon am 22. August wieder sichtbar, obgleich der Punkt B der Ekliptik, über welchem er stand, von der Erde aus gesehen, noch fast hinter der Sonne lag. Verfolgen Sie jetzt die gleichzeitigen Stellungen der Erde und des Kometen, so werden Sie sogleich bemerken, daß beide Körper anfangs gegen einander zu gingen, daß gegen die Mitte des Oktobers der hoch über der Ebne der Erdbahn stehende Komet uns am nächsten war, und daß dann die

Bewegungen beider Weltkörper einander entgegen gesetzt werden, daß also der Komet sich nun schnell von uns entfernte, daß er sehr an Größe abnehmen und uns bald nach Anfang des folgenden Jahres, theils wegen seiner Entfernung, theils weil er sich hinter der Sonne in ihrem Glanze verlor, unsichtbar werden mußte. Aber nun ereignete sich der glückliche Fall, daß die Erde sich während des folgenden halben Jahres dem Kometen bedeutend näherte, weil sie von Februar bis August die ganze Hälfte ihrer Bahn gegen ihn hin durchlief, während er sich mit nicht so starken Fortschritten von der Sonne entfernte. Die Erde kam daher in den ersten Tagen des Augusts in eine sehr vortheilhafte Stellung, um den Kometen noch einmal zu erblicken; und da die Astronomen dieses vorausgesehen hatten, so gelang es wirklich dem russischen Astronomen Wisniewsky, der sich am Kaukasus befand, ihn fast 3 Wochen lang zu beobachten. Die in nördlichern Gegenden lebenden Astronomen hatten ihn, weil er zu niedrig am Himmel stand und sein Licht doch immer höchst schwach war, nicht auffinden können, und auch in jenen Gegenden verlor man ihn sehr

bald aus dem Gesichte, weil schon in den nächsten Tagen die Erde sich wieder mehr von ihm entfernte.

Während dieses Zeitraums von 17 Monaten hatte der Komet mehr als 100 Grade vor der Sonnennähe und mehr als 120 Grade nach der Sonnennähe durchlaufen, und die Beobachtungen umfassen daher ein sehr großes Stück seiner Bahn, welches wohl hinreichen wird, um uns diese etwas genauer, als es gewöhnlich möglich ist, kennen zu lehren. *) Seine Ellipse scheint überaus lang zu seyn, denn Bessels vorläufige Berechnungen deuten auf eine Umlaufszeit von mehr als 3300 Jahren, und geben folglich die große Axe seiner Bahn etwa 220mal so groß als den Durchmesser der Erdbahn, und also seinen größten Abstand von der Sonne weit über 8000 Millionen Meilen an. Für einen Kometen, dessen Bahn grade so ungeheuer lang ist, können wir, selbst bei dieser langen Reihe von vorzüglich guten Beobachtungen, keine große

*) Herr Prof. Bessel hat uns Hoffnung zur Berechnung der elliptischen Bahn dieses Kometen gemacht; ich glaube aber nicht, daß er bis jetzt etwas Vollendetes darüber bekannt gemacht hat.

Schärfe in der Bestimmung seiner ganzen Bahn hoffen; aber wenn es uns öfter gelingt, Kometen bis weit über die Bahnen der Ceres und Pallas hinaus zu verfolgen, so wird es wohl möglich seyn, die Wiederkehr mancher Kometen mit ziemlicher Sicherheit voraus zu bestimmen.

Solche Beobachtungen werden uns dann auch endlich Aufschluß über die wichtige Frage geben, ob, wie wir anzunehmen pflegen, alle oder die meisten Kometen wirklich in elliptischen Bahnen um die Sonne laufen, oder ob es etwa manche giebt, die sich ins Unendliche von der Sonne entfernen und so vielleicht zu andern Sonnensystemen hinübergehen. Diese Vermuthung ist nicht gradezu ungereimt; denn ein geworfner und von der Sonne angezogener Körper läuft nur dann in einer Ellipse, wenn seine Geschwindigkeit in der Sonnennähe ein gewisses Maaß nicht überschreitet und die strenge Untersuchung lehrt, daß er unter gewissen Umständen eine wahre Parabel, ja sogar eine krumme Linie, deren Aeste sich noch weiter aus einander breiten, die Hyperbel, durchlaufen kann. Betrachten wir also, ohne jetzt über den möglichen oder wahrscheinlichen Ursprung der Kometen etwas fest zu setzen, diese

Weltkörper als geworfene oder mit einer gewissen Geschwindigkeit in Bewegung gesetzte Körper, auf welche die anziehende Kraft der Sonne wirkt: so ist es im Allgemeinen eben so möglich, daß sie eine Parabel oder Hyperbel, als daß sie eine Ellipse durchlaufen. Alle diese Kurven schließen sich, wenn die Ellipsen nicht zu kurz sind, und die Hyperbeln nicht zu breit ausgedehnte Aeste haben, in der Sonnennähe nahe an die Parabel an, und deßhalb ist es schwer, im einzelnen Falle genau zu entscheiden, ob der Komet sich ein wenig außerhalb der Parabel von dieser entfernet und folglich in einer Hyperbel läuft, oder ob seine Bahn sich enger als die Parabel zusammenzieht und folglich elliptisch ist.

Unter den beobachteten und mit hinreichender Sorgfalt berechneten Kometen finde ich nur einen erwähnt, dessen Bahn hyperbolisch zu seyn schien. Dieses ist der Komet von 1771, den wir also wohl als einen Weltkörper betrachten dürfen, welcher auf dem ins Unendliche fortlaufenden Aste einer Kurve sich immerfort von unsrer Sonne entfernt und so endlich in das Gebiet andrer Sonnen gelangen muß, um die er alsdann sich zu bewegen fortfahren wird.

Ein solcher Körper böte also seinen Bewohnern den Anblick von mehr als einem Sonnensysteme dar; und wenn man annimmt, daß Licht und Finsterniß, Wärme und Kälte für diese Bewohner von geringerem Einflusse wären, als sie es für uns sind, so ließe sich dieses Hinüberschiffen zu so entfernten Welten als ganz angenehm denken. Indeß, wenn wir nach unsrer Empfindung urtheilen dürfen, so möchte diese anscheinende Annehmlichkeit gar sehr durch die Unermeßlichkeit der unterdeß verfließenden Zeit verlieren. Sie haben eben gesehen, daß ein Komet, um sich nur 8000 Millionen Meilen weit von der Sonne zu entfernen, 1600 Jahre gebraucht, und da er dann nur etwa erst den zweihundertsten Theil der Entfernung zurückgelegt hat, in welcher sich der nächste Fixstern befindet, so können Sie leicht erachten, daß 320000 Jahre noch lange nicht hinreichen würden, um ihn dorthin zu führen, indem die Schnelligkeit seiner Bewegung noch immerfort mehr abnimmt, je mehr er sich von der Sonne entfernt, und erst da wieder zuzunehmen anfängt, wo er von einer andern Sonne stärker als von der, die er verlassen hatte, angezogen wird.

So angenehm es aber auch seyn wird, einst zu erfahren, ob es solche in unendlichen Bahnen laufende Körper giebt, so hat es doch für uns viel mehr Reitz, diejenigen Kometen kennen zu lernen, die in einer elliptischen Bahn zu uns zurückkehren. Daß wenigstens der von Halley vorausgesagte Komet eine elliptische Bahn beschreibt, wissen Sie schon aus meinen frühern Briefen; auch habe ich schon erwähnt, daß der große Komet von 1811, obgleich seine Umlaufszeit überaus groß ist, doch ein unserm Sonnensysteme bestimmt angehörender Körper ist. Eben das haben Bessels genaue Berechnungen über den Kometen von 1807 gezeigt, dessen Umlaufszeit die Rechnung zu 1713 Jahren angiebt, und welcher sich in dieser Zeit um 5700 Millionen Meilen von der Sonne entfernt. Merkwürdiger noch wird Ihnen der kleine Komet von 1805 seyn, dessen Bewegung sich, wie Gauß sehr sorgfältig untersucht hat, durch eine Ellipse, in welcher die Umlaufszeit nur $4\frac{3}{4}$ Jahre betragen kann, besser als durch irgend eine andre Bahn erklären läßt. Diese an sich schon merkwürdige Folgerung aus den Beobachtungen wird dadurch noch auffallender, daß die Lage der Bahn des

Kometen von 1772 sehr nahe mit der Bahn dieses Kometen übereinstimmt; die Neigung beider Bahnen gegen die Ekliptik ist nur um wenige Grade verschieden, ihre Knoten fallen nahe zusammen, sie erreichten in einerlei Gegend ihre Sonnennähe, und obgleich der Komet von 1772 der Sonne nicht so nahe kam, als der von 1805, so ist doch die Frage, ob beide nicht einerlei Weltkörper seyn könnten, sehr natürlich und noch nicht ganz entschieden. Die von Bessel und Gauß angestellten Berechnungen zeigen zwar, daß es nicht gut möglich ist, die Erscheinungen beider Kometen auf eine völlig gleiche Bahn zurückzuführen; aber dennoch hält Gauß es für möglich, daß dieser kleine Komet in dem Zeitraume von 33 Jahren und 11 Monaten mehrere Umläufe gemacht, und unterdeß Störungen erlitten habe, aus denen sich jene Verschiedenheiten erklären ließen; er giebt die Hoffnung nicht ganz auf, daß wenn man die mit den Beobachtungen am besten übereinstimmenden Bahnen verfolgte, man einen Punkt finden könnte, wo beide Kometen, wenn wir sie als von einander verschieden betrachten, gleichzeitig eintrafen, und wo folglich eine merkliche Veränderung der Bahn

hätte statt finden müssen, wenn derselbe Komet sich uns das zweite Mal in einer etwas veränderten Bahn wieder zeigen sollte. Fände sich also, daß jener Punkt irgend einem Planeten sehr nahe lag, so dürften wir hoffen, durch dessen Einwirkung die Veränderung zu erklären, welche die Bahn müßte erlitten haben; und so ließe sich dann vielleicht die bis jetzt schwankende Vermuthung bestätigen, daß wir denselben Kometen zweimal gesehen hätten.

Und grade, indem ich dieses schreibe, lese ich die Nachricht von einem ganz neuen Kometen, dessen Umlaufszeit sehr kurz ist. Dieß ist der im gegenwärtigen Jahre 1815 entdeckte Komet, der am 26. April seine Sonnennähe erreichte. Dieser muß sich nach Gauß und Bessels Berechnung in etwa 73 Jahren um die Sonne bewegen und durchläuft eine Bahn, deren Sonnennähe 25 Millionen, und deren Sonnenferne 716 Millionen Meilen von der Sonne entfernt liegt; er bleibt also immer weiter als die Erde von der Sonne entfernt, erreicht aber nie die doppelte Entfernung des Uranus von der Sonne. Die Bestimmung seiner Bahn, die jetzt nur erst oberflächlich

gefunden ist, wird wegen der guten Reihe von Beobachtungen sehr genau werden können, und wir dürfen daher hoffen, daß seine Wiederkehr für unsre Nachkommen eben so sicher wird voraus bestimmt werden, wie es die Rückkehr des von Halley vorausgesagten, mehrmals beobachteten Kometen ist. Wundern dürfen wir uns übrigens nicht, daß unsre Vorfahren diesen Kometen nicht beobachtet haben; denn theils ist er zu klein, um mit bloßen Augen aufgefunden zu werden, und theils trifft es sich auch nicht immer, daß die Erde sich grade während seiner Annäherung zur Sonne in einer so vortheilhaften Lage befindet, als es jetzt der Fall war.

Fünf und dreißigster Brief.

Von der Anzahl der Kometen und von der Lage ihrer Bahnen läßt sich sehr wenig bestimmtes sagen. Ihre Bahnen sind so sehr unter allen möglichen Winkeln gegen die Ebne der Erdbahn geneigt, daß man durchaus nicht im Stande ist, irgend eine Neigung für häufiger vorkommend als die andre zu erklären. Es giebt fast genau eben so viele Kometen, welche mit den Planeten nach einerlei, als welche nach entgegengesetzter Richtung um die Sonne laufen; die Punkte, wo die Kometen ihre Sonnennähe erreichen, liegen rund um die Sonne zerstreut, und eben das gilt von ihren Knoten. Was die verschiedene Annäherung der Kometen zur Sonne betrifft, so kennen wir einen Kometen, welcher nur 125000 Meilen vom Mittelpunkte der Sonne, das ist nur etwa 30000 Meilen von ihrer Oberfläche entfernt blieb, und dagegen sind andre beobachtet, deren Sonnennähe weit außerhalb der Marsbahn, ja bis zu 83 Millionen Meilen von der Sonne entfernt liegt; wir dürfen also wohl glauben, daß es Kometen geben mag, deren Sonnennähe noch entfernter ist und die

die daher nie bis in den Kreis unserer Beobachtungen gelangen. Der Komet, welcher unter allen der Sonne am nächsten kam, ist der große Komet von 1680, der durch seinen über mehr als den halben Himmel reichenden Schweif die ganze Welt in Erstaunen und Schrecken setzte; der Komet, dessen Perihelium unter allen beobachteten am entferntesten liegt, ist der von 1729, welcher nur durch seine ansehnliche körperliche Größe uns sichtbar ward, aber keinen Schweif hatte.

Die Anzahl der Kometen muß sehr groß seyn. Sie können dieß schon daraus schließen, weil unter den vielen berechneten nur einer ist, den man mehrmals beobachtet hat, und werden es um so mehr zugestehen, wenn Sie die Wahrscheinlichkeit überlegen, daß eine große Anzahl von Kometen außerhalb unsres Beobachtungskreises ihre Sonnennähe, vielleicht weit jenseits des Jupiters, erreichen mag. Diese Anzahl schätzen zu wollen, scheint mir ein allzu kühnes Unternehmen und es mag genug seyn, zu bemerken, daß sie, wofern alle Kometen dauernde Weltkörper sind, sehr weit in die Tausende gehen mag. Es geht jetzt fast kein

Jahr hin, da nicht ein neuer Komet entdeckt würde, und es läßt sich leicht übersehen, daß bei weitem nicht die Hälfte der Kometen, die sich uns hinreichend nähern, von den Astronomen der nördlichen Erdhalbkugel kann gesehen werden, da etwa die Hälfte theils während des Tages am Himmel stehen, theils durch ihre zu südliche Stellung uns unsichtbar bleiben muß, und überdieß manche bei schlechtem Wetter unbemerkt an uns vorüber gehen können.

An diese Betrachtungen schließt sich die dem Freunde der beobachtenden Astronomie wichtige Frage, mit welcher Hoffnung eines erwünschten Erfolges man dem Kometensuchen seinen Fleiß widmen dürfe. Olbers, der selbst sehr eifrig in diesem Felde gearbeitet hat, sagt, man dürfe mit großer Sicherheit hoffen, bei 20, höchstens 25maliger Durchmusterung des Himmels an so vielen verschiedenen Tagen einen Kometen zu entdecken. Diese Angabe gründet sich auf eine Berechnung des Raumes, innerhalb dessen wir die nicht ungewöhnlich großen Kometen mit einem Kometensucher entdecken können; und da diese Betrachtungen auch in andrer Hinsicht

merkwürdig sind, so erlauben Sie mir wohl, Ihnen hier das Wichtigste davon mitzutheilen.

Wenn wir die Kometen als von der Sonne erleuchtete Körper betrachten, so hängt ihre Sichtbarkeit nicht bloß von ihrer Annäherung zur Erde, sondern zugleich von ihrer Annäherung zur Sonne ab. Ein Komet, der in A (Fig. 2) nur noch eben sichtbar war, wird uns in B, wenn E die Erde und S die Sonne vorstellt, heller erscheinen, und könnte bis zu einer größern Entfernung nach C hin rücken, ehe er eben so lichtschwach als in A wäre. Rechnet man etwas genauer die Abstände von der Erde und Sonne aus, so findet man, daß der Komet gleich hell erscheint, wenn er in irgend einem Punkte der krummen Linie A C D F steht. Eben die Rechnung ergiebt, daß derselbe Komet, um viermal so hell zu erscheinen, in irgend einem Punkte der Kurve I K L, um zehnmal so hell zu erscheinen, in der krummen Linie M N O stehen müsse. Nehmen wir also an, ein Komet von mittlerer Größe sei noch nothdürftig mit dem Kometensucher zu erkennen, wenn er von der Erde und von der Sonne eben so weit entfernt ist, als die Erde von der Sonne, oder

wenn er in P steht: so ist ACDF die Kurve, innerhalb welcher der Komet sich befinden muß, um entdeckt zu werden; oder da der Komet eben so gut von der Ebne der Erdbahn entfernt stehen kann, so bestimmt diese Kurve, wenn man sie um die Axe AF dreht, einen eiförmigen Raum, in welchen alle unsern Kometensuchern erkennbare Kometen eingeschlossen sind. Dieser eiförmige Raum ist nur der fünfte Theil der um die Sonne bis an die Marsbahn reichenden Kugel, und wir können daher, wenn mehrere Kometen sich bis innerhalb der Marsbahn der Sonne nähern, nur ein Fünftheil derselben zu entdecken hoffen. Aber von diesem eiförmigen Raume liegt immer ein Theil unter dem Horizonte; wir übersehen nur die Hälfte desselben, wenn die Sonne untergeht oder aufgeht, und einen immer geringern Theil, je größer die Tiefe der Sonne unter dem Horizonte ist, weil, wie die Figur zeigt, der größere Theil unsers Ovals gegen die Sonne zu liegt. Wir dürfen daher nach Beendigung der Dämmerung nicht darauf rechnen, viel mehr als den vierten Theil jenes eiförmigen Raumes zu übersehen, und haben also nur die Hoffnung, etwa den zwanzigsten Theil der Kome-

ten zu entdecken, die sich in einem bestimmten Augenblicke innerhalb der Sphäre der Marsbahn befinden. Diese Betrachtungen scheinen nun zwar voraus zu setzen, daß zur Zeit der Beobachtung eine Menge von Kometen sich innerhalb der Sphäre des Mars befände, unter denen etwa der zwanzigste dem Beobachter kenntlich werden müßte; aber offenbar finden alle unsre Schlüsse eben so gut statt, wenn in jedem Augenblicke nur ein Komet sich in dieser Sphäre befindet und wir nun zu zwanzig verschiedenen Zeiten den Himmel durchsuchen; und hierauf gründet sich Olbers Behauptung, daß man ein Jahr ins andre gerechnet, bei 20 bis 25 Musterungen des Himmels ziemlich sicher einmal einen Kometen finden müsse, weil es nach unsern bisherigen Erfahrungen wohl anzunehmen ist, daß sich fast immer irgend ein Komet innerhalb der von der Marsbahn umschlossenen Entfernung von der Sonne befindet, und weil die Kraft eines gewöhnlichen Kometensuchers wirklich etwa den Raum umfaßt, den wir angenommen haben. Hierbei versteht es sich nun von selbst, daß sehr große Kometen uns schon außerhalb dieses Raumes kenntlich werden können, und sehr kleine sich

dagegen vielleicht innerhalb des Raumes MNO befinden müssen, um sichtbar zu seyn, so daß diese Ueberlegung nur für eine gewisse mittlere Helligkeit paßt. Sie übersehen zugleich hieraus, worauf die Bestimmung beruhet, ob ein Komet, dessen Bahn wir schon kennen, im Fortgange seines Laufes an Glanz zunehmen oder abnehmen werde; denn wenn er in Beziehung gegen Erde und Sonne sich einmal in A, das andre Mal in N befände, so wäre er im letzten Zeitpunkte zehnmal so hell als im ersten. Indeß diese Bestimmungen sind nur oberflächlich und nicht in aller Strenge wahr, weil die Größe des Schweifes Aenderungen leidet, die sich nicht so leicht und allgemein bestimmen lassen, und weil der Glanz der Kometen zum Theil von einem eigenthümlichen Lichte, nicht bloß von der Erleuchtung durch die Sonne herrührt. Aber dazu können diese Betrachtungen vorzüglich dienen, daß sie uns die Gegend anzeigen, wo man mit der meisten Hoffnung glücklichen Erfolges Kometen suchen soll. Wenn wir von E aus, wo der Beobachter sich befindet, grade Linien bis an den Umfang unsers Ovales ziehen, so sind diese desto länger, je mehr sie gegen die Sonne zu

gerichtet sind; wir haben also desto mehr Hoffnung auf einer dieser Gesichtslinien einen Kometen zu finden, je mehr wir unsern Blick in die Nähe der Sonne hin richten, und die Richtigkeit dieser Regel wird auch durch die Erfahrung vollkommen bestätigt. Die Dämmerung und der Glanz der Sonne hindert uns nun zwar, Kometen zu erkennen, die der Sonne sehr nahe stehen; aber es erhellt doch, daß man am besten Kometen so nahe bei der Sonne aufsucht, als die Dämmerung es nur irgend erlaubt, und daher Abends sogleich am westlichen Horizonte anfangen muß, um nicht die vortheilhafteste Gegend ununtersucht untergehn zu lassen. Man soll ferner, wie Olbers anräth, sich beim Kometensuchen eines lichtstarken, leichten Kometensuchers bedienen, um ohne eines Gestelles zu bedürfen, den Himmel durchzumustern. Man thut wohl, beim Anfange dieser Beobachtung die vorzüglichsten Nebelflecke, die in der zu durchsuchenden Himmelsgegend stehen, aufzusuchen und sorgfältig zu betrachten, um den Eindruck, den diese den Kometen sehr ähnlichen Gegenstände auf das Auge grade bei dem gegenwärtigen Zustande der Luft machen, sich zu merken und so sich zur

Auffindung der Kometen vorzubereiten. Das Umherschauen mit dem Fernrohre, das man in freier Hand am besten hält, muß langsam und nach der Ordnung geschehen; damit alles sorgfältig betrachtet und nichts übergangen werde; glaubt man einen Kometen zu entdecken, so muß man sich sogleich seine Stellung unter den Sternen bemerken, um ihn nun mit einem stärkern Instrumente auffinden zu können, welches gewöhnlich schon entscheiden wird, ob es nur ein Häufchen sehr kleiner Fixsterne, oder wirklich ein Komet ist. Die Beobachtung des Fortrückens giebt dann endlich die bestimmte Entscheidung.

Das wird wohl von diesem Gegenstande genug seyn; ich komme nun das nächste Mal auf die Körper der Kometen selbst, auf ihre Atmosphäre und Schweife, und werde Ihnen alles darüber mittheilen, was wir davon wissen oder vermuthen.

Sechs und dreißigster Brief.

Wie glücklich würde ich mich fühlen, wenn ich der freudigen Erwartung Genüge leisten könnte, die Sie in Ihrem letzten Briefe ausdrücken! Recht vollständig wünschen Sie von der Natur dieser so höchst merkwürdigen Weltkörper, von der Beschaffenheit ihrer Atmosphäre, von der Entstehung ihrer Schweife belehrt zu werden; Sie wünschen zu erfahren, welche Veränderungen der Komet bei seiner Annäherung zur Sonne und bei seiner Entfernung von ihr leidet; und scheinen die Hoffnung zu hegen, daß aus den überaus zahlreichen Kometen-Beobachtungen, welche wir schon besitzen, sich viel Befriedigendes über alle diese Gegenstände müsse sagen lassen. Es thut mir sehr leid, diese kühnen Hoffnungen mit der betrübenden Antwort niederschlagen zu müssen, daß unsre Kenntniß aller jener Gegenstände in der That noch höchst unvollkommen ist, weil die älteren Astronomen zu wenig genau beobachtet haben, und unter den neuern Kometen wenige waren, die uns recht deutlich und schön alles das zeigten, worüber Sie Nachrichten wünschen.

Ich werde Ihnen indeß eine Auswahl des Merkwürdigsten, was ich über die Kometen habe zusammen bringen können, mittheilen, und mich dabei vorzüglich an die neuern Beobachtungen halten, weil die älteren uns nur allenfalls über die Länge und Richtung der Schweife und den Durchmesser des Dunstkreises, welcher den Kern des Kometen umgiebt, belehren, ohne über einzelne Umstände, deren Beobachtung bei dem Mangel guter Fernröhre unmöglich war, Aufschlüsse zu geben.

Bei der Betrachtung der Kometen bieten sich uns drei, wesentlich verschiedene Gegenstände dar, die wir am besten abgesondert von einander betrachten können: der Kern des Kometen, die ihn umgebende Dunstkugel und der Schweif. Wenn wir unter dem Kerne des Kometen einen festen, planetenähnlichen Körper verstehen, so ist es ziemlich zweifelhaft, ob sich in allen Kometen ein solcher Kern findet, wenigstens muß er in manchen überaus klein seyn. Herschel, Olbers und mehrere Beobachter stimmen darin überein, daß sie in manchen Kometen nichts, was einem festen Körper gliche, haben bemerken können, sondern daß diese Kometen ganz so aussahen,

als ob ihr heller Kern nur ein stärker verdichteter Dunst wäre, vielleicht ganz von eben der Beschaffenheit, wie die ihn umgebende und in der Entfernung immer dünner werdende Dunstkugel. Bei andern Kometen hat man allerdings ein sich durch helleren Glanz auszeichnendes Scheibchen in der Dunsthülle entdeckt; aber fast nie so scharf begränzt, daß man diesen Kern mit einem Planeten vergleichen könnte, fast immer am Rande dunstig, so daß man genöthiget war anzunehmen, eine sehr dichte Dunstschichte, verschieden von der ausgedehntern Atmosphäre, umhülle diesen Körper.

Ob jene Kometen, welche ganz einem verdichteten Dunste glichen, gar keinen festen Körper enthielten, darüber zu entscheiden, ist schwer. Sehr klein mußte allerdings der feste Kern wohl seyn, da er sich nicht bloß gänzlich unsern Augen entzog, sondern auch mehrmals der Vorübergang solcher Kometen vor sehr kleinen Sternen gezeigt hat, daß sie bis nahe gegen den Mittelpunkt hin durchsichtig waren, und selbst fast genau durch ihre Mitte noch jene Sterne kenntlich blieben. Die Kleinheit dieser Körper kann uns auch nicht so sehr überraschen, da selbst bei

den Kometen, deren Kern man als ein helles Scheibchen beobachtete, dieser gewöhnlich keine erhebliche Größe hat. In dem Kometen von 1798 (dem zweiten, der in dem Jahre erschien) bemerkte Schröter einen Kern von nur etwa 27 Meilen Durchmesser; und da dieser nur mit den stärksten Teleskopen zu erkennen war, während andre, schon sehr gute Fernröhre nur einen nach der Mitte verdichteten Nebel, oder diesen Kern als ganz in Nebel verhüllt, zeigten, so schließt Olbers, daß man von jener Kugel, so klein sie auch die Messung angab, noch etwas abrechnen müsse, indem ein wirklich fester Kern von solcher Größe vermuthlich mehr Glanz würde gehabt haben. Eben so klein, aber deutlicher aus seinem Nebel hervorglänzend, war der feste Kern des, seiner Nähe wegen, auch bloßen Augen sichtbaren Kometen, welcher im December 1805 erschien. Er war der Erde fünfmal so nahe als Venus ihr je kommt; sein Kern von 30 Meilen Durchmesser war ziemlich klar zu erkennen und erschien weniger verwaschen. Selbst des großen Kometen von 1811 planetenähnlichen Kern giebt Herschel nur zu 93 deutschen Meilen im Durchmesser an, und dieser Kern war so in

Nebel gehüllt, daß manche Beobachter geneigt waren, auch diesen Kometen für eine bloße, zusammen gedrängte Dunstmasse zu halten.

Einige andere Kometen haben größere Kerne. Unter den älteren Beobachtungen möchte wohl eine von Keppler erwähnte, die den Kometen von 1618 betrifft, am meisten auf einen großen festen Kern schließen lassen; er führt nämlich an, der innerste Kern sei einem Beobachter in solchem Glanze erschienen, wie Gold ihn zeigt, wenn es in heftigem Feuer geschmolzen wird; es ist aber bekannt, daß dieses plötzliche Hervorblicken des geschmolznen edlen Metalles, nachdem es von dem mitgeschmolzenen Blei befreiet ist, mit einem vorzüglichen Glanze geschieht. Von andern ältern Kometen findet man zwar angegeben, daß sie Sternen erster oder zweiter Größe glichen; aber es bleibt fast immer ungewiß, ob sich in dem, oft allerdings sehr großen, aber allemal neblichem Kopfe des Kometen, ein eigentlicher Kern mit völliger Deutlichkeit ausgezeichnet habe. Unter den neuern Kometen haben sich durch körperliche Größe die von 1799, 1807, und der zweite von 1811 ausgezeichnet. Des erstern Durchmesser giebt Schröter zu 373

Meilen an, und bestätiget diese Angabe dadurch, daß er zeigt, aus einer ganzen Reihe von Messungen, welche bei verschiedenen Entfernungen des Kometen angestellt wurden, folge immer sehr nahe einerlei Größe. Den Kometen von 1807, der auch bloßen Augen sichtbar war, giebt Schröter zu 1000 Meilen im Durchmesser an; aber es tritt hier wieder dieselbe Uneinigkeit zwischen ihm und Herschel ein, die ich bei den Abmessungen der Ceres, Pallas und Juno erwähnt habe; eine Ungleichheit in den Messungen, die also bei allen etwas neblicht begränzten Himmelskörpern statt finden mag. Herschel bestimmt seine Größe nur etwa auf 120 Meilen Durchmesser und bemerkt, der eigentliche Kern sei kleiner als der dritte Jupitersmond erschienen. Wir bleiben also hier ungewiß, ob Schröter einen Theil der dichtern Nebelhülle mit zum Kerne gerechnet habe, oder ob, wie Schröter behauptet, Herschel sich einer für diese Körper zu starken Vergrößerung bediente, und daher, aller der großen Vorsichten ungeachtet, durch welche er sich von der Genauigkeit seines Bildes im Fernrohr zu überzeugen suchte, dennoch unrichtige Folgerungen zog. Größer als diesen

giebt Herschel den Kern des dem bloßen Auge unsichtbaren Kometen an, welcher am Ende des Jahres 1811 mit dem schönen Kometen zugleich am Himmel stand. Sein Durchmesser war 570 Meilen und Herschel bemerkt es als etwas ausgezeichnetes, daß er fast ganz Kern war und wenig Nebel um sich hatte.

Die Größe dieser festen Kerne ist also überaus verschieden; aber darin scheinen sie überein zu stimmen, daß die meisten, und vielleicht alle, ein in Vergleichung gegen ihre Größe nur mattes Licht haben. Schröter sagt zwar von dem, welchen er 1799 beobachtete, daß er ein, nach Verhältniß seiner Größe, lebhaftes, Fixsternen ähnliches Licht hatte; aber wenn wir den Eindruck seines gesammten Glanzes mit dem Glanze der Planeten vergleichen, so blieb er doch sehr hinter diesen zurück. Nach Schröters Beobachtungen erschien uns der Kern etwa so groß, wie Mars uns erscheint, wenn er 50 Grade von der Sonne entfernt ist; der Komet war aber damals der Sonne fast doppelt so nahe, als Mars, und wurde folglich fast viermal, wenigstens mehr als dreimal so stark als Mars von der Sonne erleuchtet; er hätte also dreimal so glänzend als Mars

in jener Stellung erscheinen müssen, wenn er wirklich so groß im Durchmesser war, und wenn sein Körper eben so gut wie Mars das Licht zurückwarf; — statt dessen zeigte er sich nur wie ein Stern vierter Größe, und wir sind daher berechtiget zu sagen, entweder, daß der Kern weniger groß war, oder daß sein Glanz viel matter als der der Planeten und Fixsterne, vielleicht sehr geschwächt durch die ihn umgebende dichtere Atmosphäre, war.

Ganz dieselben Folgerungen ergeben sich aus den Messungen der Kometen von 1798 und 1805; auch sie erschienen viel matter als sie z. B. in Vergleichung mit den kleinen Jupitersmonden erscheinen sollten. Auch der Komet von 1807, dessen Kern Schröters Messung größer angiebt, als Mars in 100 Grad Abstand von der Sonne uns erscheint, und der folglich, weil er der Sonne viel näher war, über doppelt so hell als Mars in dieser Stellung hätte erscheinen sollen, zeigte sich lange nicht so glänzend, obgleich gewiß seine leuchtende Atmosphäre den Eindruck von Glanz auf unser Auge noch verstärkte. Und eben so bestätiget der unscheinbare Komet von 1811, der später als der andre und noch mit

ihm

ihm zugleich erschien, diese Behauptung. Zwar empfing er bei seiner beträchtlichen Entfernung von der Sonne weniger Licht als Mars, aber seine Erleuchtung hätte doch mehr als halb so stark wie die des Mars seyn müssen, und so erhellt wohl leicht, daß er bei einem Durchmesser von 5 Sekunden (Mars können wir in seiner mittlern Entfernung etwa zu 10 Sekunden annehmen) immer nicht so unscheinbar seyn konnte, als er wirklich war, wofern sein Kern ein solcher das Licht stark zurückwerfender Körper gewesen wäre, wie es die Körper der Planeten sind.

Dieser matte Glanz der Kometen wird noch auffallender, wenn wir die Wahrscheinlichkeit, daß sie selbst, oder wenigstens ihre Atmosphären eignes Licht haben, erwägen; denn ein phosphorescirender, oder mit eignem, wenn gleich mattem, Lichte glänzender Körper sollte doch, von der Sonne beschienen, sich eher heller als andre feste Körper zeigen. Daß aber die Kometen-Kerne entweder selbst leuchten oder durch ihre leuchtende Atmosphäre Licht erhalten, wird dadurch sehr wahrscheinlich, weil man noch nie Kometen gesehen hat, die an der von der Sonne

abgekehrten Seite dunkel erschienen; denn was man in ältern Schriftstellern zum Beweise dafür hat finden wollen, ist höchst unsicher. Aber überhaupt ist es noch ungewiß, ob die Kerne der Kometen feste, undurchsichtige Körper sind. Man hat das Zeugniß eines byzantinischen Geschichtschreibers, um dieses zu beweisen, angeführt, welcher gesagt habe, der in Konstantinopel gesehene Komet von 1450 habe den Mond verfinstert; aber es ist jetzt ausgemacht, daß diese Angabe nur von der Unrichtigkeit der lateinischen Uebersetzung herrührt, und daß das erst kürzlich aufgefundene griechische Manuscript die Erscheinung des Kometen, ganz abgesondert von der um dieselbe Zeit auf ganz gewöhnliche Weise eingetretenen Mondfinsterniß, erzählt.

Sieben und dreißigster Brief.

Die Licht- oder Dunsthülle, welche den Kometenkern umgiebt, hat unsern Beobachtern etwas mehr Stoff zu bestimmten Folgerungen gegeben, als jener festere Kern selbst. Die Kometen erscheinen wohl ohne Ausnahme als in einen leuchtenden Nebel gehüllt, der sie entweder kugelförmig umgiebt, oder sich in einen Schweif nach einer Seite hin ausdehnt. Die Verhältnisse, in welchen der Schweif mit dieser nächsten Nebelhülle zu stehen scheint, sind nicht bei allen Kometen einerlei, und ich werde darauf noch besonders wieder zurückkommen. Aber jene Lichtkugel selbst mag wohl nicht durchaus von einerlei Natur seyn. Ich habe schon im vorigen Briefe einer den Kern verhüllenden Schichte als verschieden von der großen Nebelmasse, die wir wohl den Kopf des Kometen zu nennen pflegen, erwähnt, und nach Schröters Meinung ist es nöthig, eine solche Verschiedenheit anzunehmen. Der größere Theil der Dunstkugel, aus welcher der Kern hervorglänzt, ist zwar von ziemlich hellem Lichte, aber dennoch so durchsichtig, daß Sterne, welche hinter diesem Nebel stehen, nur

wenig an Licht verlieren. Diese sehr durchsichtige Materie kann es also wohl nicht seyn, die uns den Kern so unkenntlich macht, daß wir oft, ja gewöhnlich, nicht recht deutlich seine Gränzen angeben können; wir sind daher berechtiget, die unterste Schichte der Kometen-Atmosphäre als viel dichter anzunehmen, und nach Schröters Beobachtungen ist diese Schichte abwechselnden Verdichtungen und Aufheiterungen unterworfen.

Die Ausdehnung dieser dichteren Schichte läßt sich nicht genau bestimmen; die ganze Ausdehnung der Dunsthülle hingegen können wir ziemlich gut angeben, und unsre Angaben werden nur dadurch etwas unsicher und können nur darum von einander abweichen, weil diese Nebelhülle sich nach außen hin immer dünner und dünner zeigt, folglich in größern Entfernungen vom Kometen noch erkannt wird, wenn man sich stärkerer Fernröhre bedient. Diese gesammte Nebelmasse hat immer einen sehr großen Durchmesser in Vergleichung gegen den eigentlichen Kern; Herschel fand bei dem Kometen von 1811 ihren Durchmesser 27000 Meilen; bei dem Kometen von 1807 können wir ihn 50 bis 60000 Meilen setzen; bei dem an Licht weit schwächern

Kometen von 1799 auf 35000 bis 40000 Meilen; bei dem sehr kleinen von 1798 gegen 4000 Meilen, und bei dem eben so kleinen von 1805, 1600 deutsche Meilen. Es ließen sich wohl noch mehrere Angaben sammeln, besonders wenn man ältere Beobachtungen zu Hülfe nimmt; aber diese Angaben führen doch zu weiter nichts, als zu der Ueberzeugung, daß diese Atmosphären sehr ausgedehnt sind, indem oft ihre Höhe über dem als fest angenommenen Kerne weit über 100 Halbmesser des Kernes beträgt; ja bei einigen vermuthlich weit mehr, da z. B. der kleine Komet von 1804 einen Nebel von 5000 Meilen Durchmesser ohne einen irgend merklichen Kern hatte.

Höchst merkwürdig sind nun aber Schröters Beobachtungen über das veränderliche Ansehen des Kometenkopfes, und die daraus folgenden Schlüsse über die ungleiche Ausdehnung und Durchsichtigkeit der Kometen-Atmosphäre. Ich werde Ihnen kurz das Wichtigste hierüber aus Schröters Beobachtungen mittheilen, und thue wohl am besten, wenn ich hier von jedem der von ihm beobachteten Kometen besonders rede.

Der Komet von 1799, dessen dichterer Kern eine ansehnliche Größe hatte, zeigte sich vom 30. August bis 14. September ziemlich gleichförmig, immer mit einem nur wenig verwaschenen, ziemlich strenge begränzten Kerne, der, wie Schröter wiederholt bemerkt, wie ein kleiner Planet in seinem Nebel zu schwimmen schien; aber auf einmal hatte sich am 16. September der noch immer ziemlich gut begränzte Kern merklich verkleinert, so daß sein Durchmesser nur $\frac{2}{3}$ von dem betrug, was er nach seiner ein wenig veränderten Entfernung hätte betragen sollen. Diese anscheinende Abnahme der Größe ward in den folgenden Tagen noch merklicher, und zugleich wurde das Ansehen des Kernes trübe und weniger deutlich gegen den Lichtnebel abgesetzt, während dieser selbst keine sehr auffallenden Aenderungen erlitt, wenigstens keine, die sich bei dem damaligen Mondschein bemerken ließen. Zwischen dem 20. und 21. September hatte sich der Durchmesser des Lichtnebels oder der Dunstkugel um ein Viertheil vermindert; der Kern war noch am 21. sehr klein und trübe, aber plötzlich am 22. viel heller und auch größer als er in den letzten Tagen erschienen war; er zeigte sich noch größer

am 25., nahm aber dann wieder ab, und war am 2. Oktober abermals sehr klein und trübe. Die Atmosphäre hatte unterdeß im allgemeinen immer abgenommen, zeigte aber doch sich unregelmäßig, bald etwas größer, bald kleiner. Endlich am Schlusse der Beobachtungen, die durch ungünstige Witterung unterbrochen waren, zeigte sich noch eine Aufheiterung des Kerns, der am 18. Oktober höchst trübe, am 19. dagegen ganz vorzüglich hell war. Während dieser Beobachtungen fanden auch in der Atmosphäre des Kometen manche Veränderungen statt. Gewöhnlich war die der Sonne zugewandte Seite der Dunstkugel weniger dicht, oder weniger glänzend, aber eben so ausgedehnt, als die andre Hälfte, an welche sich der viel mattere Schweif, deutlich abgesetzt, anschloß; bei einigen Beobachtungen dagegen war der Glanz beider Hälften gleich. Allemal zwar erkannte man den Lichtnebel, der sich nach außen hin matt verwaschen im Himmelsraume verlor, durch stärkere Instrumente bis zu größern Entfernungen vom Kometen; aber das Verhältniß dieser größern Ausdehnung war ungleich; und es mußten folglich zuweilen die höhern Gegenden dieses Dunstkreises sich mit

schnellerer Verdünnung matt verlieren, als zu andern Zeiten.

In welcher Verbindung diese Wechsel mit einander stehen, ob man die größere oder geringere Ausdehnung der Atmosphäre als Ursache oder als Folge der Veränderungen des Kernes ansehen könne, darüber läßt sich aus einer so kurzen Reihe von Beobachtungen noch nicht entscheiden. Eben so wenig scheint sich etwas sichres über den Zusammenhang dieser Verschiedenheiten mit der Entfernung von der Sonne zu ergeben, da die abwechselnden Wiederaufheiterungen und abermaligen Trübungen mit der sonst ziemlich wahrscheinlichen Vermuthung, daß kurz nach der Sonnennähe des Kometen Atmosphäre sich trübe, nicht ganz zu vereinigen sind.

Ueber die anscheinende Vergrößerung und Verkleinerung des Kerns sind, dünkt mich, zwei Vermuthungen möglich. Entweder kann man, wie Schröter es thut, den Kern als eine unveränderliche Kugel betrachten, die durch dichte atmosphärische Hüllen uns zuweilen zum Theil verdeckt wird, und dann kleiner, meistens auch zugleich trüber, erscheint; oder man könnte die Vermuthung wagen, jener glänzende Kern sei

nur ein dichterer, von dem umgebenden Nebel zwar wirklich verschiedener und scharf abgesetzter, dennoch aber selbst nur dünner und flüssiger Körper. Die letztere Vermuthung scheint durch den, in Vergleichung mit dem Lichte der Planeten immer nur matten Glanz dieses Kernes eine Bestätigung zu erhalten, und wir könnten, wenn sie richtig wäre, die Abnahme und Zunahme des Kernes vielleicht für wirkliche Aenderungen dieser Masse halten; wir könnten annehmen, die undeutliche Begränzung dieses dichteren Körpers zeige eine Gährung, (denn irdische Bezeichnungen müssen wir doch für diese, vielleicht ganz verschiedenen Vorgänge gebrauchen!) ein Uebergehen von Theilen des Kernes in den Lichtnebel, oder umgekehrt an. Ich will dieser letztern Vermuthung keinen Vorzug vor der von Schröter beilegen; aber die Frage, ob es etwa so sei, darf man wohl aufwerfen, und wiederholte Beobachtungen werden entscheiden, welche Meinung der Wahrheit am nächsten kommt. Schröters Meinung hat das für sich, daß wir die sehr ähnlichen Verdunkelungen der Jupitersmonde nicht wohl für etwas anders, als atmosphärische Bedeckungen halten können. Er sucht sie auch

durch ältere Kometen-Beobachtungen, wo man Flecken auf dem Kometen, eine Theilung des Kernes und dergleichen gesehen haben will, zu bestätigen; aber es ist ungewiß, ob jene Beobachter nicht oft durch Fehler der Fernröhre getäuscht wurden. Die zweite Vermuthung hätte hingegen das für sich, daß sie die gleiche Helligkeit der ganzen Kometen-Kugel besser erklärt. Ein eignes Licht des Kometen sind wir allemal anzunehmen genöthiget; aber wir kennen keinen festen Körper, der nicht fremdes Licht zurückwürfe, und die Frage, warum nicht die der Sonne zugewandte Seite etwas heller als die andre erscheine, ist daher nicht genügend beantwortet, wenn der Komet ein fester Körper wie die Erde ist; dagegen ist die Beantwortung dieser Frage leicht, wenn wir eine durchscheinende, also fast in allen Punkten von der Sonne erleuchtete, und vielleicht zugleich durch eignes Licht sichtbare Materie, als jene Kugel bildend, annehmen. Daß übrigens die dünnere Atmosphäre des Kometen, so wie sein Schweif, selbstleuchtend sei, halten wohl jetzt alle Beobachter für überwiegend wahrscheinlich; denn ein dünnes, feines Flüssiges, durch welches man die kleinsten

Fixsterne nur wenig geschwächt wahrnimmt, könnte wohl sicher nicht Sonnenlicht genug zurückwerfen, um uns so hell zu erscheinen; aber einen Theil ihres Lichtes verdanken dennoch die Kometen der Erleuchtung durch die Sonne; denn sonst könnten die Betrachtungen, welche ich im vorletzten Briefe angestellt habe, nicht so mit der Erfahrung übereinstimmen, wie es wirklich der Fall ist.

Mit dem Kometen von 1807 werde ich Sie nicht so lange unterhalten, obgleich er an sich größer und schöner war, als der eben betrachtete. Auch bei ihm bemerkte Schröter, daß der hellere Kern nicht immer sich gleich blieb, und vermuthet daher auch hier eine abwechselnde Verdichtung und Wiederaufheiterung seiner untersten atmosphärischen Schichten. Das Licht dieses Kometen war ausgezeichnet weiß, und erhielt sich selbst da noch sehr glänzend, als der Komet sich schon sehr weit von der Sonne entfernt hatte.

Der runde Körper, den Schröter den Kern des Kometen nennt, erschien auch hier nicht immer gleich gut begränzt. Fast immer war sein Licht gegen den Rand hin stark abnehmend,

und die Abmessungen stimmten daher weniger gut, als bei dem vorigen Kometen, unter sich überein. Dieser Abfall des Lichtes war zu verschiedenen Zeiten mehr oder minder merklich, und zuweilen so stark, daß man die eigentliche Gränze gar nicht erkennen konnte, sondern nur einen vorzüglich hellen Lichtpunkt in der Mitte, alles übrige aber als verwaschen in einander laufenden Nebel sah. Ob dieser hellere Lichtpunkt dasjenige war oder seyn konnte, was Herschel für den eigentlichen festen Kern annahm und dem er eine etwas röthliche Farbe zuschreibt, darüber äußert sich Schröter nicht, und auch ich kann also darüber, wiefern bei diesem Zustande der eine oder der andre Beobachter getäuscht wurde, nichts zu behaupten wagen. Das wenigstens ist auch hier sicher, daß bedeutende Veränderungen, den vorhin beschriebenen sehr ähnlich, in dem glänzendsten Theile der Atmosphäre des Kometen vorgingen.

Auch die dünnere Dunstkugel des Kometen war veränderlich. Ihre Ausdehnung nahm fortdauernd, indem der Komet sich von der Sonne entfernte, zu, und man konnte über diese Veränderungen, so wie über die des Kernes,

mit desto mehr Sicherheit urtheilen, da der Komet lange Zeit hindurch seine Entfernung von der Erde nicht erheblich änderte.

Von den Schweifen beider Kometen halte ich es kaum der Mühe werth, etwas zu sagen, da diese unbedeutend waren, und nichts besonders merkwürdiges darboten; desto mehr werde ich Ihnen von dem Schweife des großen Kometen von 1811 zu sagen haben.

Acht und dreißigster Brief.

Die Schweife der Kometen bieten dem Beobachter eine große Mannichfaltigkeit von Erscheinungen dar; es würde daher nicht wenig Stoff zu einer angenehmen und belehrenden Unterhaltung geben, wenn ich Ihnen eine genaue Beschreibung der Gestalt mehrerer Kometenschweife und der Veränderungen, die sie zeigten, mittheilen könnte. Aber, was sehr zu bedauern ist, fast alle ältere Kometen, unter denen so viele mit glänzenden, weit ausgedehnten Schweifen waren, sind mit so schlechten Fernröhren

beobachtet, und wir besitzen von ihnen so unvollkommene Beschreibungen und so schlechte Zeichnungen, daß es unmöglich ist, genau die wahren Erscheinungen anzugeben und Vergleichungen zwischen mehrern Kometen anzustellen. Sehr oft ist grade das, was jene Beobachter uns als etwas ganz ausgezeichnetes und merkwürdiges anführen, gewiß nichts als eine durch schlechte Fernröhre bewirkte Täuschung; und wenn wir dieß in manchen Beobachtungen mit Sicherheit nachweisen können, *) so müssen wir wohl gegen viele ähnliche höchst mißtrauisch werden. Es bleibt mir also auch hier kaum etwas andres übrig, als mich vorzüglich auf neuere Beobachtungen zu beschränken, und nur bei solchen Umständen, die allenfalls mit schwachen Instrumenten und selbst mit bloßen Augen gut

*) Eine solche Beobachtung ist die von Hevel, der einmal an dem Kometen von 1682 einen gekrümmten hellen Strahl vom Kerne in den Schwanz hin sich erstreckend beobachtete, während Hooke zu derselben Stunde nichts dergleichen sah. — Hier war gewiß in Hevels Fernrohre in der Stellung der Gläser irgend ein Fehler, der jene Erscheinung bewirkte.

beobachtet werden konnten, die ältern Beobachtungen zu Rathe zu ziehen.

Olbers, der selbst eine beträchtliche Anzahl von Kometen beobachtet, und gewiß das meiste, was von ältern Beobachtungen brauchbar ist, gelesen hat, glaubt, daß man die Kometen in Rücksicht ihrer Schweife am besten in drei Klassen theilen könne. Es giebt nämlich Kometen, die man schweiflos nennen kann, indem ihr Nebel sich nach einer Richtung hin nicht merklich weiter als nach der andern ausdehnt; bei andern erstreckt der Nebel, in den sie eingehüllt sind, sich weit hin nach der der Sonne entgegengesetzten Seite, bildet aber mit jener den Kern verhüllenden Atmosphäre eine einzige, zusammenhängende Masse; bei andern endlich schwebt der Kern mit seiner Atmosphäre abgesondert in einer, ihn von allen Seiten umgebenden, aber nicht an jene Dunstkugel anschließenden, glänzenden Hülle, die sich als Schweif nach der von der Sonne abgekehrten Seite weit hin erstreckt. Zu der erstern Klasse scheinen nach Olbers diejenigen Kometen zu gehören, in denen man gar keinen ausgezeichneten Kern bemerkt und von welchen man daher mit großer Wahrscheinlichkeit ver-

muthen kann, daß sie aus bloßen, gegen die Mitte verdichteten Nebeln bestehen. Die zweite Klasse werden Sie Sich leicht vorstellen können, wenn Sie Sich einen hellen mit neblichtem Glanze umgebenen Stern denken, dessen Nebel, weit hin nach der einen Seite des Sterns ausgedehnt, sich dort nach und nach immer matter verliert. Von der dritten Klasse, die vielleicht nur eine schönere Ausbildung der zweiten ist, werde ich umständlich reden müssen, und hier bin ich glücklicher Weise im Stande, vollständige Beschreibungen mitzutheilen, da der so vollständig beobachtete und in schönen Zeichnungen dargestellte Komet von 1811 zu derselben gehörte.

Dieser Komet hatte einen mit glänzendem, kugelförmigem Nebel umgebenen Kern, welcher, rundum durch einen dunkleren Zwischenraum getrennt, ganz frei in einer glänzenden Hülle schwebte, die an der Sonnenseite den Kern in Gestalt eines Halbkreises umgab, und sich dann, fast gradlinicht auslaufend, zu einem doppelten, langen Schweife ausdehnte. Wenn diese Beschreibung nicht völlig deutlich genug ist, so wird die Vergleichung mit der Abbildung des Kometen (Fig. 3. Tab. II.) hinreichende Erläuterung

geben.

geben. Hier müßten wir also wohl, wenn wir uns an Schröters vorige Beobachtungen erinnern, zuerst eine dichtere, den Kern verhüllende, und manchen Verdichtungen und Aufheiterungen unterworfene Atmosphäre annehmen; oberhalb dieser oder entfernter vom Kerne die sich matt verlierende und auch bei diesem Kometen durchsichtige Nebelhülle; noch entfernter vom Kometen vielleicht eine den dunkeln Raum ausfüllende, gleichfalls durchsichtige uns unsichtbare Materie; und endlich die, wie eine Schale, oder wie ein weiter Mantel, den Kern umgebende leuchtende Masse, die zugleich den Schweif bildete.

Wir wollen uns jetzt nicht mit Vermuthungen über die Natur dieser einzelnen Theile aufhalten, sondern ganz bei den Beobachtungen verweilen und erst nachher darauf zurückkommen zu fragen, wie wir diese Erscheinung für die Theorie der Kometenschweife benutzen können. Herschels, Olbers und Hardings Beobachtungen setzen mich in Stand, die Erscheinungen dieses Kometen und seine Veränderungen ziemlich vollständig zu beschreiben. Der kleine, nach Herschels Beschreibung etwas röthliche planetarische Kern war mit einer etwa 30000 Meilen im

Durchmesser haltenden hellen Atmosphäre umgeben, deren Farbe ein wenig ins grünliche spielte; ihr Licht verlor sich immer schwächer abfallend gegen den Umfang hin in den sehr matt oder fast gar nicht erleuchteten dunkeln Raum. Dieser dunkle Raum selbst war völlig durchsichtig: denn Herschel sah durch denselben mehrere kleine Sterne, ja Huth behauptet sogar, ein in diesen Raum eingetretener Stern habe Farben gespielt und sich stärker funkelnd als sonst gezeigt. Die Höhe dieses Raumes oder der Zwischenraum zwischen den beiden leuchtenden Erscheinungen des Kernes und der Schweifhülle betrug nach Herschel am 6. Oktob. etwa 50000 Meilen, und oberhalb derselben lag nun die an der Sonnenseite etwa 5000 Meilen dicke Lichthülle, die sich an der andern Seite zu einem Schweife von 22 Millionen Meilen Länge nach Herschels Bestimmung ausdehnte; — andre Beobachter zeichneten ihn viel kürzer, vielleicht weil ihre Instrumente schwächer waren.

Um von dieser Lichthülle einen richtigen Begriff zu haben, stellen Sie Sich vor Fig. 4. Tab. I. sei ein Durchschnitt des Kometen und seiner Lichthülle. Wenn die hier gezeichnete Figur

um die Axe A B gedreht wird, so bildet A den kugelförmigen Nebel und C B D einen hohlen, kegelartigen Körper, in dessen Höhlung der Komet mit seinem Nebel frei schwebt. Daß wir uns so die Beschaffenheit dieser Lichthülle denken müssen, und nicht etwa CBD als einen einzelnen Streifen ansehen dürfen, der wie ein Reifen den Kometen umschließt, erhellt schon von selbst und läßt sich auch dadurch beweisen, daß bei sehr verschiedenen Stellungen des Kometen gegen unser Auge jene Lichthülle sich fast gleichförmig zeigte, also ihn von allen Seiten umgeben mußte. Dem Zweifel, ob eine solche Hülle uns nicht den dunkeln Zwischenraum ganz verdecken mußte, läßt sich leicht begegnen; denn es ist offenbar, daß eine sehr dünne Lichthülle uns da unkenntlich bleiben kann, wo unsre Gesichtslinie nur eine dünne Schichte derselben trifft und uns da am glänzendsten erscheinen wird, wo viele hinter einander liegende leuchtende Theilchen zu Verstärkung des Glanzes beitragen. Der Unterschied der Lichtstärke für einzelne Theile dieser Lichthülle läßt sich ohngefähr nach der Länge des Raumes, durch welchen jede unsrer Gesichtslinien innerhalb derselben fortläuft,

beurtheilen; wenn also in Fig. 4. die Verhältnisse zwischen Dicke und Ausdehnung der kegelartigen Lichthülle richtig gezeichnet sind und a b, c d zwei nach unserm Auge zu gehende Linien bedeuten, so wird uns die Gegend bei B etwa dreimal so hell, als die bei k vorkommen, und es läßt sich nun wohl einsehen, daß uns ein solcher den Kometen einschließender Reifen erscheinen mußte, obgleich es eigentlich ein ganzer kegelförmiger Körper war, der von jener glänzenden, ebenfalls durchsichtigen Schweifmaterie umschlossen wurde.

In dieser kegelförmigen Hülle und in dem Schweife zeigten sich nun, wie alle Beobachter einstimmig versichern, die mannigfaltigsten Veränderungen, so daß Piazzi behauptet, man hätte manchen Abend mehr als eine Zeichnung des Kometen entwerfen müssen, wenn man nur einigermaßen diese Verschiedenheiten alle hätte darstellen wollen. Die Veränderungen, welche die anfänglich wachsende und nachher abnehmende Länge des Schweifes und seine bald größere bald kleinere Krümmung zeigte, werde ich nachher noch genauer betrachten; hier will ich nur bei dem, was die Verdichtung oder das Dicker-

werden der kegelförmigen Hülle betrifft, verweilen.

Diese Lichthülle mochte im September etwa nur ein Zehntheil so dick, als ihr Abstand vom Mittelpunkt des Kernes seyn; aber ihre Dicke nahm in der Folge sehr zu, so daß schon gegen Ende des Oktobers der dunkle Raum um den Kern sehr stark verdeckt war, und im November und später sich kaum noch etwas von dem an der Sonnenseite des Kerns beobachteten dunkeln Zwischenraum entdecken ließ. Diese Hülle, die anfangs einfach war, hatte sich um die Mitte des Oktobers verdoppelt, und der Komet erschien damals so wie ich ihn nach Hardings schöner Zeichnung (Fig. 5. Tab. II.) dargestellt habe, also wie in einem doppelten, kegelförmigen Lichtmantel schwebend. Von dieser, gewöhnlich in zwei große Lichtströme oder Schweife ausgedehnten Lichthülle, liefen zuweilen mehrere kleine Aestchen, wie Nebenschweife, ab, wovon Sie, ebenfalls aus Hardings Beobachtungen entlehnt, (Fig. 6. Tab. II.) ein Beispiel sehen.

Es wäre sehr zu wünschen, daß mehrere Beobachter mit eben dem Fleiße wie Harding die ganze Lage und Gestalt des Schweifes auf-

gezeichnet hätten, damit wir so eine von Tag zu Tag fortgehende Darstellung der wichtigsten Veränderungen in dem Ansehen und vorzüglich in der Ausdehnung und genauen Lage des Schweifes aus den Beobachtungen herleiten könnten; aber selbst von mehreren der Beobachter, welche sich mit der Beschreibung der Erscheinungen angelegentlich beschäftiget haben, sind nur wenige oder gar keine genauen Darstellungen der Größe und Lage der einzelnen Theile öffentlich bekannt gemacht, welches aus Gründen, die ich noch in der Folge näher erwähnen muß, sehr zu bedauern ist.

Lassen Sie mich jetzt an diese Beschreibung des größten unter den neueren Kometen noch kurz eine Beschreibung der Erscheinungen anknüpfen, die bei allen Kometen gemeinschaftlich statt zu finden scheinen. Der Schweif des Kometen befindet sich allemal an der von der Sonne abgekehrten Seite und ist gewöhnlich nicht ganz grade, sondern, wie Sie es auch (Fig. 3. Tab. II.) sehen, etwas gekrümmt. Die Krümmung des Schweifes hat allemal eine solche Lage, daß der entferntere Theil ein wenig hinter dem Kometen selbst oder hinter dem Kerne zurückbleibt,

und der Schweif hat daher an der vorangehenden Seite eine konvexe oder erhabene, an der nachfolgenden Seite eine konkave oder hohle Krümmung. Zuweilen finden Ausnahmen von dieser dennoch als fast allgemein anzusehenden Regel statt, und es wird nicht leicht seyn, für diese Ausnahmen einen Grund aufzufinden, so wie es denn überhaupt schwer hält, die mancherlei Veränderungen genügend zu erklären, welche wir an den Kometen bemerken.

Noch eine Erscheinung glaube ich als allen Kometen gemein anführen zu dürfen. Allemal ist des gekrümmten Schweifes erhabene oder im Weltraume vorangehende Seite glänzender, von gedrängterm Lichte und schärfer begränzt, als die hohle oder hintere Seite des Schweifes, welche, gleichsam zerfließend, sich undeutlich begränzt und verwaschen zeigt. Nach der Meinung einiger, selbst vortrefflicher Beobachter, könnte ich hierher noch das rechnen, daß man oft einen schnell fortschießenden Schimmer in den Schweifen bemerkt hat, so daß es schien, als ob stärkeres Leuchten, wie ein Strahlenschuß, sich durch die ganze Länge des Schweifes in wenig Sekunden fortpflanzte. Aber, so oft auch diese Erschei-

nung bemerkt ist, so bin ich doch noch immer fest überzeugt, daß sie bloß eine Wirkung kleiner Veränderungen in unsrer eignen Atmosphäre ist, und fast eben so, wie das scheinbare Funkeln der Sterne, dadurch entsteht, daß das Licht des Schweifes durch die schnell vorbeieilenden mehr oder minder heitern Luftschichten bald mehr, bald minder geschwächt wird. Schröter und andre haben zwar dieses mit den Strahlenschüssen bei unsern Nordlichtern, mit der Schnelligkeit des elektrischen Feuers und ähnlichen Erscheinungen verglichen; aber theils paßt die Voraussetzung, die Materie des Schweifes ströme wirklich so schnell fort, nicht zu andern Umständen, auf die ich bald kommen werde, und theils sind selbst Licht und Elektricität in ihren Bewegungen langsamer, als es jene Strahlenschüsse seyn müßten, wenn sie in der That den Schweif so schnell durchflögen. Sie müßten alsdann einen Raum von einer Million Meilen in einer Sekunde zurücklegen, statt daß das Licht selbst, wie ich Ihnen nächstens beweisen werde, nur etwa 40000 Meilen in einer Sekunde zurücklegt; es wären also wenigstens höchst entscheidende Gründe nöthig, wenn wir eine solche Bewegung annehmen

sollten, zumal da Täuschungen der Art, durch Veränderungen in der Luft bewirkt, etwas sehr bekanntes sind. Ja eine andre Betrachtung scheint mir die Hypothese, daß ein solches Strahlenschießen durch eine wahre Veränderung im Kometenschweife bewirkt werde, ganz als unmöglich darzustellen. Man hat diese Strahlenschüsse selbst dann bemerkt, wenn das eine Ende des Schweifes uns viel näher als das andre war. Betrug dieser Unterschied der Nähe auch nur eine Million Meilen, so konnte das Licht, selbst wenn es sich in demselben Augenblicke im ganzen Schweife verstärkte, uns doch nicht so gleichzeitig den Glanz des ganzen Schweifes zu erhöhen scheinen, weil es von dem entferntern Theile 25 Sekunden später als von dem näheren Theile zu uns gelangte; und es ist folglich offenbar, daß wir diese Erscheinung nicht als Aufschluß gebend über die Natur der Schweife betrachten dürfen, sondern in der Erd-Atmosphäre, ja vielleicht sogar in unserm eignen Auge, den Grund derselben aufsuchen müssen.

Neun und dreißigster Brief.

Also können Sie Sich doch bei meinem gänzlichen Stillschweigen über die älteren Kometen nicht beruhigen! Es scheint Ihnen, wie Ihr letzter Brief sagt, ein wenig hart, daß ich den frühern Beobachtern fast ganz die Ehre abspreche, uns etwas belehrendes über die Beschaffenheit der einzelnen Theile der Kometen hinterlassen zu haben. Ich wollte wünschen, Sie hätten Recht!

Etwas wollte ich Ihnen, so sehr Sie auch meine Vorliebe für das Neue als entschieden ansehen mögen, doch grade heute von älteren Beobachtungen mittheilen, weil z. B. vielfache Schweife und einige andre Erscheinungen in den neuesten Zeiten nicht beobachtet sind; aber, weil Sie es so wollen, so mag hier denn noch etwas mehr von alten Beobachtungen Platz finden.

Um Ihnen von der Glaubwürdigkeit und Vortrefflichkeit der uns überlieferten Beobachtungen und Abbildungen einen möglichst vortheilhaften Begriff zu geben, möchte ich nun gern des Lubienitzky Geschichte aller Kometen und

Hevels Cometographie mit Ihnen durchblättern. Das erstere Werk, (welches unter andern an hundert Stellen den bemerkenswerthen Satz beweiset, daß es mancherlei Unglück, Krieg, Pest und theure Zeit auch gebe, wenn keine Kometen erscheinen,) beschreibt außer den Kometen auch manche Meteore, und stellt diese in selbst erfundenen Abbildungen dar. So z. B. soll im Jahre 1000 aus einer Oeffnung des Himmels eine brennende Fackel mit einem langen blitzenden Schweife herabgefallen seyn, und als sich die Spalte im Himmel allmählig verlor, ist eine Figur mit einem Schlangenkopfe und mit blauen Füßen gesehen worden; — und dieses höchst merkwürdige Meteorthier ist deutlich und vollständig neben den aus einer Oeffnung im Himmel sich ergießenden Blitzen im Kupfer dargestellt. Welche Betrachtungen ließen sich nicht über diese seltene Erscheinung anstellen, wenn sie wahr wäre! Und nicht um das mindeste besser sind des sonst so ehrwürdigen Hevelius Abbildungen von schwerdtförmigen, spießförmigen und andern Kometen, die freilich den Beschreibungen: „ein Komet, wie ein Schwerdt gestaltet“ u. s. w., — pünktlich entsprechen,

aber sicher nicht die entfernteste Aehnlichkeit mit den Erscheinungen selbst haben, so wenig als mit den Kometen, welche Hevel nach eignen Beobachtungen darstellt.

Aber, werden Sie sagen, wenn wir denn dem, was diese gutmüthigen Alten uns aus fremder Erzählung mittheilen, auch nicht glauben können, so haben wir doch ihre eignen Beobachtungen, in welchen sich solche Entstellungen unmöglich finden können. Allerdings haben diese einen bedeutenden Werth, sie können uns wohl dienen die Größe des Kometen, die Richtung und Krümmung seines Schweifes anzugeben, und von dieser Seite müssen sie bei hierher gehörigen Untersuchungen nothwendig zu Rathe gezogen werden; aber bei den Abbildungen, die Hevel, Cysatus u. a. von dem Kometenkopfe, von Flecken, die man auf seiner Scheibe gesehen hat, und dergleichen geben, bleiben wir immer zweifelhaft, ob nicht diese theils Mängeln der Fernröhre, theils, und wohl am meisten, zu starken Vergrößerungen, die sich für das matte Licht der Kometen nicht passen, ihre Entstehung verdankten. Ich übergehe also auch diese Angaben, die allenfalls nur durch Ver-

gleichung mit neuern Beobachtungen lehrreich werden können, und will Ihnen statt dessen nur die größesten in den letzten Jahrhunderten beobachteten Kometen aufzählen und kurz das erwähnen, was als sicher kann angenommen werden.

Im Jahre 1456 beobachtete man den Kometen, von welchem die nachherigen Berechnungen gezeigt haben, daß er wiedergekehrt ist, zum ersten Male. Er kam grade der Erde sehr nahe und erschien unter den vortheilhaftesten Umständen, daher er sich auch vorzüglich schön mit einem 60 Grade langen Schweife zeigte.

1531 beobachtete Appian einen bärtigen Kometen (also mit nicht eben langem Schweife); und Halleys Berechnung zeigt, daß dieser Komet derselbe Weltkörper mit dem 1456 beobachteten war. Ich werde ihn in der Folge den Halleyischen Kometen nennen.

1577. Ein schöner, vorzüglich von Tycho Brahe beobachteter Komet. Der Kopf war weiß, aber blässer als das Licht der Sterne; der Schweif war glänzend, in der Nähe des Kometen röthlich und gegen das Ende hin matt verwaschen; den Durchmesser des Kopfes giebt Tycho 7 Minuten an, er mußte also sehr

ansehnlich seyn. Des Schweifes Länge betrug über 20 Grade. Tycho hat mit vielem Fleiße immer die Lage des Schweifes angegeben, so daß sich seine Beobachtungen in dieser Hinsicht selbst vor vielen Bestimmungen neuerer Astronomen auszeichnen, welche meistens dem Schweife zu wenige Aufmerksamkeit geschenkt haben.

1607. Dritte Erscheinung des Halleyischen Kometen. Sein Kopf glich an Größe dem Jupiter, aber er erschien von matterem, neblichtem Lichte und eben der Farbe, wie sein langer starker Schweif.

1618. Ein vorzüglich schöner Komet. Ein Beobachter beschreibt seinen Kopf auf folgende Weise. Der innere Kern sei am 30. November so glänzend gewesen, wie Gold, wenn es in heftigem Feuer geschmolzen wird; um diesen Kern habe man einen Kreis von mattem Glanze und um diesen wieder eine glänzende und funkelnde Umhüllung gesehen. Das scheint fast mit dem zusammen zu stimmen, was uns der Komet von 1811 zeigte, nur daß der dunkle Raum vielleicht weniger abstechend, vielleicht durch einen dickern Lichtmantel ein wenig verhüllt, erschien. Sein Schweif war im Anfange

Decembers 70 Grade lang, und zuweilen schien er gleichsam in Strahlenschüssen sich noch bedeutend mehr zu verlängern. Aus einer Zeichnung von Cysatus, die Schröter mittheilt, scheint es auch, als ob der Schweif nahe am Kerne in der Mitte getheilt erschienen sei, was mit dem 1811 beobachteten dunkeln Raume hinter dem Kometen recht gut übereinstimmen möchte. Dagegen aber haben andre beobachtet, daß sich in der Mitte des Schweifes ein hellerer Streif, wie das Mark im Holze gezeigt habe.

Der Komet von 1652 zeichnete sich durch seinen am Ende in eine Spitze auslaufenden Schweif aus, da sonst der Schweif sich gegen das Ende hin auszubreiten pflegt, und ist dadurch merkwürdig, daß Hevel aus eigner Beobachtung fest versichert, er sei an Durchmesser fast dem Monde gleich, aber von viel matterem Lichte gewesen, sein Licht habe sich gleichförmig, nicht am Rande verwaschen, sondern gut begränzt, gezeigt. Der Schweif war noch etwas matter, als dieser große Kopf. Mit einem Fernrohr glaubte Hevel dunkle Flecken in der runden Scheibe zu entdecken. Die Erde befand sich freilich zur Zeit dieser Beobachtung, am 20.

December, dem Kometen fast so nahe, als sie ihm je kommen kann, aber seine Entfernung betrug doch über 2 Millionen Meilen, und der Kopf dieses Kometen mußte folglich von ungewöhnlicher Größe seyn.

Der Komet von 1664 zeichnete sich, wie es scheint, nicht grade sehr aus, obgleich sein Schweif einige Zeit 20 Grade lang war. Beim ersten Blicke scheint es auffallend, daß der anfangs lange Schweif sich sehr bald abkürzte und in Verhältniß der Länge sehr breit erschien, nachher aber wieder an Länge zunahm; indeß zeigt eine kleine Ueberlegung, daß die Stellung des Kometen diesen Anschein veranlaßte, indem der Schweif sich eine Zeit lang hinter dem Kometen verbarg.

Berühmter durch seinen langen Schweif ist der Komet von 1680, welcher der Sonne so nahe kam, daß ihr Durchmesser ihm 75 Grade am Himmel mußte einzunehmen scheinen, das heißt, wenn ein Bewohner des Kometen den Mittelpunkt der Sonne im Zenith sah, so lag ihr Rand nur wenig weiter vom Horizonte, als vom Zenith entfernt. Wahrscheinlich gehörte dieser Komet zu denen, welche dem Kometen

von 1811 gleichen; denn sein Schweif bestand aus zwei neben einander hin laufenden hellen Streifen.

1682 wurde der Halleyische Komet zum vierten Mal beobachtet. Er hatte einen langen Schweif und zeigte sich schöner, als das vorige Mal.

Ganz vorzüglich merkwürdig ist, wegen der schönen Zeichnungen, die wir von ihm besitzen, der Komet von 1744. Er zeigte fast genau dieselben Erscheinungen, wie der von 1811, und unterscheidet sich, nach Heinsius Zeichnungen, nur dadurch von ihm, daß der Kern nicht rund um durch einen dunkeln Raum von der kegelförmigen Lichthülle getrennt war. In den Zeichnungen, wovon ich Ihnen eine (Fig. 7) mittheile, sieht es etwa so aus, als ob Lichtströme von i nach k, und von g nach h (Fig. 4. Tab. I.) gehend, den Kern mit dieser Hülle verbänden, und der ganze Raum zwischen g i und K B h mit Glanz erfüllt wäre; offenbar also waren die Erscheinungen doch merklich von denen des neuesten Kometen verschieden, obgleich sie in den wesentlichsten Stücken damit nahe übereinkamen. Die beiden Lichtströme, die sich wie bei C, D (Fig. 4) an die Lichthülle anschlos-

sen, waren sehr lang, und erschienen als zwei Schweife, unter denen der im Weltraume vorangehende viel länger und weniger gekrümmt, als der nachfolgende war. Auch bei ihm beobachtete Heinsius am 8. Februar eine doppelte Lichthülle, fast ganz so wie Hardings Zeichnung (Fig. 5) sie Ihnen zeigte, und diese Beobachtung scheint mir um desto merkwürdiger, weil sich, wie mich dünkt, daraus eine Vermuthung über die Entstehung des sechsfachen Schweifes fassen läßt, welchen de Cheseaux am 8. und 9. März beobachtete. Stellen wir uns nämlich statt der einen kegelförmigen Hülle zwei in einander liegende (Fig. 4) vor, so könnten wohl an jede der beiden sich zwei Schweife anschließen, oder der Komet mit vier Schweifen versehen erscheinen; hatte der Komet drei Lichtmäntel um sich, so konnten diese in sechs Schweife auslaufen. Daß nicht allemal eine verdoppelte Lichthülle auch vier Schweife hervorbringt, läßt sich als eine nicht zur Vollkommenheit gelangte Ausbildung recht gut erklären, und diese Erklärung scheint mir um so passender, da Heinsius Beobachtungen angeben, daß die am 8. Februar beobachtete Verdoppelung der Lichthülle nachher sehr

bald wieder verschwunden war. Zu bedauern ist es, daß Heinsius Beobachtungen sich mit dem 16. Februar endigen, weil der Komet sich bald nachher für einen so nördlichen Ort, wie Petersburg, in der Morgendämmerung verlor. Auch de Cheseaux sah am 8. und 9. März nur die Enden des sechsfachen Schweifes, die lange genug vor der Sonne aufgingen, und es bleibt daher ungewiß, wie der Kopf des Kometen damals beschaffen war; aber sehr wahrscheinlich ist es wohl, daß sich um diese Zeit drei kegelförmige Hüllen gebildet hatten, etwa so wie ich sie (Fig. 8) unter dem Horizont dargestellt habe, und daß diese eine so seltene Vollkommenheit erreicht hatten, daß ihre entferntesten Theile als sechs Schweife noch in 30 bis 40 Grad Entfernung vom Kometen sichtbar wurden, so wie es die Fig. 8. genau nach de Cheseaux oberhalb des Horizonts zeigt.

1759 erschien zum letzten Mal der Halleyische Komet. Seine Wiederkehr traf ziemlich gut mit der vorausberechneten Zeit zusammen; er war aber dieses Mal kleiner und weniger ansehnlich, als er 1682 beobachtet worden, und dieß gab Veranlassung zu Zweifeln, ob es derselbe Komet

sei. Sein Schweif, dessen Länge ungleich angegeben wird, war sehr schwach, und wurde daher nur bei recht heiterm Himmel und nicht von allen Beobachtern erkannt. Das geringe Licht des Kometen sucht Lalande aus seiner nicht sehr vortheilhaften Stellung zu erklären; aber es leidet dennoch keinen Zweifel, daß er an sich selbst lichtschwächer als ehemals war.

Der Komet von 1769, dessen Schweif 40 Millionen Meilen lang war, scheint ebenfalls Aehnlichkeit mit dem von 1811 zu haben; aber wir besitzen von ihm nur unvollkommne Zeichnungen, welche uns über die Gestalt seines Kopfes nicht belehren. Außer zwei Hauptschweifen hatte er zuweilen noch kleine Schweife, die sich eben so, wie Hardings Zeichnung (Fig. 6), mit meiner Hypothese, daß diese Schweife sich an eine verdoppelte Lichthülle anschließen, ganz wohl zu vertragen scheinen.

Von den spätern Kometen, die fast alle sehr unbedeutend waren, habe ich Ihnen schon genug gesagt, und ich darf also nun wohl diese Erzählung ganz schließen, um zu einer Theorie der Kometenschweife, wenn es eine giebt, überzugehen.

Vierzigster Brief.

Um über die Entstehung des Kometenschweifes eine möglichst richtige Vermuthung zu fassen, müssen wir die beiden Hauptumstände, die sich uns in der Lage der Schweife zeigen, aufmerksam betrachten. Diese Umstände sind, daß der Schweif immer sich an der von der Sonne abgekehrten Seite des Kometen befindet, und daß er etwas gekrümmt, und zwar allemal so gekrümmt ist, daß seine entfernteren Theile hinter dem Kometen selbst zurück zu bleiben scheinen. Die Figur des Kopfes wollen wir für jetzt nicht näher betrachten.

Wenn der Schweif, wie das kaum anders zu vermuthen ist, aus Theilchen besteht, die von dem Kometen herkommen: so ist seine bestimmte, von der Sonne abgekehrte Richtung ein Beweis, daß hier eine von der Sonne abwärts treibende Kraft wirkt. Nehmen wir bloß eine solche Kraft an, ohne weiter über ihren physischen Ursprung Forschungen anzustellen: so ist es eben nicht schwer, die Frage zu beantworten, welche Gestalt eine vom Kometen ausströmende Materie annehmen werde, wenn sonst keine Kraft außer der

von der Sonne weg treibenden oder abstoßenden Kraft auf sie wirkte. Die Beantwortung dieser Frage muß uns also wohl zuerst beschäftigen. Woher jene Kraft entspringen kann? — Das könnten wir für jetzt bei Seite setzen; aber die Bestimmungen darüber haben Einfluß auf die Berechnungen über den Schweif selbst. Nehmen wir, wie wir das bei der Bewegung der Planeten und Kometen gewohnt sind, den Weltraum als ganz leer an, so sind wir genöthigt, der Sonne eine eigne Kraft beizulegen, mit welcher sie die feine leuchtende Schweifmaterie von sich wegtreibt; und wenn wir dann den Kometen als gar nicht, oder doch nur schwach auf diese Materie wirkend ansehen, so hat die Bestimmung der Gestalt des Schweifes, wie sie nämlich unter diesen Umständen seyn müßte, keine gar große Schwierigkeit. Bei diesem Verfahren bleibt jene abstoßende Kraft selbst als etwas für sich bestehendes ganz unerklärt; dagegen ließe sich wohl ihre Wirkung als bekannten Gesetzen untergeordnet begreifen, wenn wir den Weltraum als ganz mit einer überaus feinen Materie angefüllt betrachteten, und annähmen, in ihr steige der noch viel feinere Stoff des Kometen,

schweifes so auf, wie der Rauch in der Luft; denn dieses Aufsteigen in Beziehung auf die alles an sich ziehende Sonne würde uns als ein Bestreben sich von der Sonne zu entfernen merklich werden. Aber nehmen wir eine solche den Weltraum erfüllende Materie an, so müssen wir auch zugestehen, daß sie, so fein sie immer seyn mag, dennoch der Bewegung der zarten Schweiftheilchen einigen Widerstand entgegensetzen wird, und folglich wird die Untersuchung dieser Hypothese viel schwieriger, als jene erste, bei der ich daher zuerst verweilen werde.

Wir denken uns also in S die Sonne (Fig. 9), der wir eine abwärts treibende Kraft beilegen, vermöge welcher sie die Theilchen des Kometenschweifes von sich zu entfernen strebt. DBCA sei die Bahn des Kometen. Wir können uns vorstellen, in jedem Punkte derselben, z. B. D, verlasse ein Theilchen der Schweifmaterie den Kometen und gehe nun getrennt von ihm so fort, wie es die abstoßende Kraft der Sonne fordert. Betrachtungen, denen ähnlich, welche wir früher anstellten, um die Bahn der Planeten zu bestimmen, zeigen, daß die Bahn dieses Theilchens eine gegen die Sonne konvexe

krumme Linie seyn muß, wie D E, und daß diese Linie eine Hyperbel wird, wenn die Gewalt der abstoßenden Kräfte nach eben dem Gesetze bei vergrößerter Entfernung abnimmt, wie wir es für die anziehende Kraft, durch welche die Bewegung der Planeten bestimmt wird, anzunehmen genöthiget waren. *)

*) Die Hyperbel ist mit der Ellipse und Parabel dadurch verwandt, daß sie eben so wie diese durch das Durchschneiden eines graden Kegels entsteht. Wenn A B C (Fig. 10) den Kegel vorstellt, und man durchschneidet ihn in der Ebne D E, so ist der Umfang des Schnittes eine Ellipse, wenn die Ebne D E beide einander gegenüberstehende Seitenlinien des Kegels trifft; der Umfang des Schnittes wird eine Parabel, wenn die Ebne D F G mit der Seitenlinie C B des Kegels parallel ist; der Umfang des Schnittes wird eine Hyperbel, wenn die Ebne, wie D H I, einen größern Winkel mit der Grundfläche A B macht.

Man zeichnet die Hyperbel am leichtesten nach folgender Regel. (Fig. 11.) Auf der graden Linie A B nimmt man gleiche Stücke A D = D E = E F = F G und so weiter; man zieht nun durch A unter einem willkührlichen Winkel geneigt die Linie A C, und durch D, E, F, G Linien mit A C parallel; auf der durch D gehenden Linie wird

Die abstoßende Kraft der Sonne treibt das Theilchen so fort, daß die in gleichen Zeiten durchlaufenen Sektoren D S d gleich werden, (vergl. im 2. Theile den 44. Brief) und dieses

DH = AD genommen, auf der durch den zweiten Punkt gehenden Parallellinie EI = $\frac{1}{2}$ AD, auf der durch den dritten Punkt gehenden FK = $\frac{1}{3}$ AD, und so weiter. Hat man so den einen Ast gezeichnet, welcher sich je mehr und mehr der graden Linie AB nähert, so kann mag leicht auch den zweiten Ast HQ zeichnen, indem man auf AC, AR = RS = ST = AD nimmt und die mit AB parallelen Linien RH = AD, Si = $\frac{1}{2}$ AD, Tk = $\frac{1}{3}$ AD u. s. w. aufträgt. Man kann diese Regel so ausdrücken, daß in der Hyperbel die mit AC parallel genommenen Abstände von AB sich immer umgekehrt verhalten, wie die Entfernungen AD, AE, AF, indem zu AD gehört die Entfernung = AD,

zu AE = 2 AD gehört die Entfernung = $\frac{1}{2}$ AD;
zu AF = 3 AD die Entfernung = $\frac{1}{3}$ AD;
zu AG = 4 AD die Entfernung = $\frac{1}{4}$ AD;
zu Ad = $\frac{1}{2}$ AD die Entfernung = 2 AD = di = AS;
zu Ae = $\frac{1}{3}$ AD die Entfernung = 3 AD = ek = AT, und so weiter.

AHW heißt die Axe der Hyperbel, AB und AC

giebt, da das Theilchen anfangs eben die Geschwindigkeit wie der Komet selbst hatte, ein Mittel, um für jeden Augenblick den Ort zu bestimmen, wohin dieses Schweiftheilchen gelangt ist. Berechnet man nun für mehrere Schweiftheilchen, die in D, in B, in C den Kometen verlassen haben, die Punkte I, K, L, wohin sie in dem Augenblicke, da der Komet nach A kommt, gelangt sind: so ist für diesen Augenblick ALKI der Schweif des Kometen, indem diese Kurve grade alle Punkte enthält, in welchen sich jetzt eben die nach und nach vom

ihre Asymptoten, oder die nichtschneidenden Linien, denen sie nämlich sich immer fort nähert, ohne sie je zu erreichen oder zu schneiden. Eigentlich besteht die Hyperbel aus zwei solchen Hälften, deren eine nur hier gezeichnet ist; die andre liegt so wie PRS und hat eben so wie jene Hälfte zwei unendliche Aeste. A heißt der Mittelpunkt. Wir bedürfen hier nur der einen Hälfte, und der Punkt, wo bei unsern Betrachtungen die Sonne steht, liegt in der Axe HA weiter als A von H entfernt, nämlich in S; dieser Punkt heißt der eine Brennpunkt der Hyperbel; der andre Brennpunkt s′ kommt in unsern jetzigen Untersuchungen nicht vor.

Kometen abgesandten und leuchtenden Theilchen befinden.

So würde sich alles verhalten, wenn der Komet ein Punkt und der ganze Schweif eine mathematische Linie wäre; und obgleich dieses nicht der Fall ist, so würden wir doch, wenn unsre übrigen Voraussetzungen der Natur gemäß sind, auf diese Weise wenigstens die Axe des Schweifes bestimmt haben. Um den auch der Breite nach sich ausdehnenden Schweif richtig zu beurtheilen, müßten wir wohl eine Voraussetzung hinzufügen, deren nähere Begründung ich erst in der Folge mittheilen kann.

Wenn man Berechnungen über die Erscheinungen anstellt, welche der nach dieser Hypothese entstehende Schweif uns zeigen sollte: so scheint es bei einer oberflächlichen Betrachtung, als ob die Erfahrung sich recht wohl hiermit vereinigen ließe. Man hat immer behauptet, der Schweif nehme um die Sonnennähe stark zu und in der Folge wieder ab, und so scheint es erfolgen zu müssen, wenn man die von uns vorausgesetzte Entstehung des Schweifes annimmt. Lassen Sie in Fig. 12. c A D I die Bahn des Kometen bedeuten, auf welcher er sich von c her der

Sonne nähert, so durchläuft er vermöge der Gleichheit der Sektoren in gleichen Zeiträumen die Bogen c A, A D und D I, wenn S die Sonne und D der Punkt der Sonnennähe ist. Zeichnet man nun, dem angenommenen Gesetze der abstoßenden Kräfte gemäß, die Wege, welche die Schweiftheilchen durchlaufen, so sind c C, b B, A H, g G, f F, e E, D N, m M, l L, k K, Bogen der verschiedenen Hyperbeln, auf denen die in c, b, A, g, f, e, D, m, l, k, vom Kometen abgehenden Theilchen ihren Lauf fortsetzen, und man findet, daß das Theilchen c nach C kommt, während der Komet von c nach A geht, und daß A B C den Schweif des in A angekommenen Kometen darstellt. Eben so kommt das Theilchen A nach H, das Theilchen g nach G und so weiter, indem der Komet nach D gelangt, und D E F G H ist die Linie, auf welcher sich alsdann gleichzeitig die Theilchen befinden, welche den Kometen auf seinem Wege von A nach D verlassen haben. Eben so stellt I K L M N die Lage des Schweifes vor, wenn der Komet in I angekommen ist. Hier zeigt sich nun zwar, daß die während der ganzen Zeit, welche der Komet von A bis D zubringt, abge-

henden Theilchen sich um die Sonnennähe und nach derselben in einen immer längern Raum vertheilen; aber es ist offenbar, daß darum der uns sichtbare Schweif nicht immerfort länger wird. Denn da auf der ganzen Linie LN nur etwa eben so viele Schweiftheilchen als auf BC vertheilt sind, so muß das Licht des Schweifes sich von L gegen N hin sehr matt verlieren, und es bedarf einer eignen sorgfältigern Ueberrechnung der Lichtstärke, die jeder Theil des Schweifes haben kann. Stellt man diese an, und setzt voraus, daß die in der Sonnennähe stärkere Kraft auch mehr Schweiftheilchen fortreißt, so findet man vor der Sonnennähe, wenn der Komet in A steht, die Schweiftheilchen in seiner Nähe sehr zusammen gedrängt und also den nächsten Theil des Schweifes ziemlich glänzend, aber kurz; nicht so sehr zusammen gedrängt, aber dagegen auf eine größere Länge mehr gleichförmig, ist der Schweif zur Zeit der Sonnennähe; nach der Sonnennähe zerstreuen sich die entferntern Theile immer mehr und geben schon in einer mäßigen Entfernung vom Kometen zu wenig Licht, um noch gesehen zu werden. Verfolgt man diese Betrachtungen, und setzt voraus, daß bei

der Annäherung zur Sonne von der stärkern abstoßenden Kraft auch im Verhältniß der Stärke mehrere leuchtende Theilchen fortgerissen werden, so findet man, daß um die Sonnennähe der lange Schweif von D bis F ohngefähr eben so hell in jedem seiner Theile seyn mochte, als vor der Sonnennähe der kurze Schweif A B, und als nach der Sonnennähe der gleichfalls kurze Schweif I K.

Diese Rechnung und Zeichnung ist freilich nur für einen einzelnen Fall angestellt, für den nämlich, da die abstoßende Kraft der Sonne, mit welcher sie auf die Schweiftheilchen wirkt, grade so groß ist, als in derselben Entfernung die auf die Körper der Planeten und Kometen wirkende anziehende Kraft der Sonne; aber es läßt sich wohl einsehen, daß im Wesentlichen eben das erfolgen wird, wenn, bei einerlei Gesetzen der Zu- und Abnahme, diese Kraft auch eine andre Stärke hätte. Wollten wir also, wie das nur gar zu gewöhnlich ist, (zumal bei denjenigen Physikern, die keine Mathematik verstehen, und diese daher verachten,) bei einer oberflächlichen Vergleichung stehen bleiben, so würden wir diese Hypothese als sehr wohl genügend gelten lassen,

und doch zeigt eine genauere Betrachtung der Beobachtungen, daß wir dennoch genöthiget sind sie als unvollkommen aufzugeben.

Nach unsrer Hypothese würde der dem Kometen am nächsten liegende Theil des Schweifes genau von der Sonne abgewandt seyn müssen, oder die vom Kometen nach der Sonne gezogene grade Linie müßte eine Berührungslinie des Schweifes seyn, an welche er sich, ohne einen merklichen Winkel mit ihr zu machen, anschmiegte; das aber ergeben die Beobachtungen nicht, sondern selbst die nächsten Theile der Schweif-Axe sind (so weit bis jetzt meine Vergleichungen reichen,) allemal merklich hinter diese Richtung zurückgebeugt.

Wenn wir also genöthiget sind eine von den beiden oben aufgestellten Hypothesen anzunehmen, so bleibt uns nichts übrig, als die zweite zu ergreifen. Allerdings erklärt sie diesen Umstand, daß der Schweif stärker zurückgebeugt ist; denn vermöge des angenommenen Widerstandes, den jedes Theilchen in seiner Bewegung leidet, ist es offenbar, daß jedes Theilchen nun nicht den ganzen Weg von g bis G, von f bis F zurücklegt, während der Komet

nach D geht, und so ließe sich auch selbst für die näheren Theile des Schweifes das stärkere Zurückbleiben wohl erklären. Doch ich bin weit entfernt, darum nun sogleich entscheidend dieser Hypothese Beifall zu geben; denn theils erfordert sie erst noch strengere theoretische Bestimmungen, und theils müssen die Beobachtungen mehrerer Kometenschweife sorgfältiger verglichen werden, als es mir bisher möglich gewesen ist, und es wäre ja sehr wohl möglich, daß noch andre Umstände einwirkten, an welche wir bisher noch nicht gedacht haben und die wir vielleicht erst durch eine sorgfältige Vergleichung vieler Beobachtungen kennen zu lernen im Stande sind.

Ein

Ein und vierzigster Brief.

Eine schwierige Frage beschäftiget mich seit der Absendung meines letzten Briefes, nämlich die, ob ich Recht daran thue, Sie mit so vollständigen theoretischen Betrachtungen über einen Gegenstand zu unterhalten, der noch in so tiefes Dunkel gehüllt ist, und welchen aufzuhellen kaum noch irgend etwas geschehen ist. Ich befinde mich allerdings in der Gefahr, daß ich Sie vielleicht mit Untersuchungen beschäftige, die weit von der Wahrheit entfernt liegen und Sie zum Glauben an Hypothesen leite, gegen welche vielleicht die Beobachtungen, die noch nicht hinreichend untersucht werden konnten, sich auflehnen. Indeß wenn auch über mein Recht oder Unrecht haben Zweifel möglich sind, so scheint mir doch Folgendes zu einer hinreichenden Entschuldigung zu dienen. Zuerst, daß ich Ihnen das Beste gebe, was wir bis jetzt haben können, und es also nicht meine Schuld ist, wenn dieses Beste etwa dennoch keine gute Waare ist; und zweitens, daß gar zu viele Selbstverläugnung dazu gehören würde, wenn ich von einem Gegenstande,

der mich schon viele Monate lang beschäftiget, ganz schweigen sollte, zumal da ich mich von der Eitelkeit, zuerst hierfür etwas gethan zu haben, nicht ganz frei machen kann.

Es sind nämlich zwar diese Hypothesen unter einer oder der andern Gestalt schon längst aufgestellt worden; aber niemand hat sich bisher mit einer strengen Untersuchung über ihr Zusammenstimmen mit den Beobachtungen beschäftiget. Daher schien es mir eine nothwendige Arbeit, sowohl erstlich die Aussprüche der Theorie in bestimmten und klaren, das heißt mathematischen Formeln darzustellen, als auch zweitens genau zu prüfen, welche Gestalt die bisher beobachteten Kometenschweife hatten und wiefern sich diese Gestalt nach der einen oder andern Hypothese erklären lasse. Ich brauche wohl nicht zu sagen, daß dieser kurze Umriß gleichwohl eine lange und schwere Arbeit in sich faßt, und ich hoffe, weder Sie noch irgend jemand wird mir zürnen, wenn ich gestehe, daß ich von der Vollendung dieser Arbeit noch weit entfernt bin. Was ich Ihnen neulich mittheilte, läßt voraus sehen, daß die ganz einfache Hypothese, eine abstoßende Kraft der Sonne bewirke das Fort-

strömen der Schweiftheilchen und so die Entstehung des Schweifes, nicht hinreiche, um das Einzelne der Erscheinungen genau zu erklären; dennoch aber deutet so manches auf eine solche Kraft hin, daß es — für jetzt wenigstens — immer noch am besten zu seyn scheint, diese Kraft als Hauptursache anzusehen und nun den Nebeneinwirkungen nachzuspüren, welche jene bedeutenden Abweichungen hervorbringen. Ob ein Widerstand, den die bewegten Theilchen leiden, eine genügende Erklärung hierfür gebe, das zu untersuchen, hat es mir noch an Zeit gefehlt; es scheint aber allerdings, als ob dieser Widerstand wohl eine solche Zurückbeugung bewirken könne, wie die Beobachtung sie angiebt; und wenn die Berechnung mehrerer Schweife das bestätigen sollte, was ich aus den Beobachtungen des Kometen von 1811 finde, daß die Zurückbeugung kurz nach der Sonnennähe des Kometen am stärksten war, und also etwa in eben dem Maaße, wie die Schnelligkeit des Kometen in seiner Bahn, abnahm, dann möchte darin wohl ein Fingerzeig liegen, durch welchen wir auf den rechten Weg geleitet werden könnten. Daß bei dem Schweife des großen Kometen von 1811

die Abweichung des Schweifes von der der Sonne entgegengesetzten Richtung im Anfange des Oktobers am größesten war, scheint fast keinem Zweifel unterworfen; indeß war die Stellung der Erde bei den frühern Beobachtungen nicht sehr günstig für eine solche Bestimmung, und es ist also die Möglichkeit nicht abzuläugnen, daß schon im September diese Abweichung etwas erheblicher seyn konnte, als ich sie finde, indem mäßige Fehler, von denen die Beobachtungen vielleicht nicht frei sind, das Resultat der Rechnung sehr erheblich ändern können. Das aber ist ganz bestimmt klar, daß vom Oktober bis zum December diese Abweichung sehr abnahm.

Doch es ist Zeit von diesem Gegenstande aufzuhören, zumal da ich doch nicht unterlassen kann, Ihnen noch zu sagen, wie man sich nach mathematischen Regeln die Entstehung des hohlen Schweifmantels etwa erklären kann. Olbers hat das Verdienst, die Idee hierzu zuerst entwickelt zu haben, und es wird Ihnen leicht seyn, seine Gedanken zu übersehen. Wir haben gefunden, daß eine abstoßende Kraft der Sonne den Schweif des Kometen zu bilden scheint; es ist also eben nicht unwahrscheinlich, daß auch der

Kometenkörper selbst eine abstoßende Kraft gegen die Schweiftheilchen habe. Besitzt der Komet wirklich eine solche Kraft, so würde er diese Theilchen nach allen Seiten hin auf gleiche Weise von seiner Oberfläche entfernen, wenn nicht die (Fig. 4) nach B zu, das heißt gegen die Sonne zu getriebenen Theilchen, hier durch die mächtige Kraft der Sonne zurückgedrängt würden. Wäre die Kraft des Kometen sehr klein, so würde an der der Sonne zugewandten Seite die Schweifmaterie sich gar nicht bedeutend über seine Oberfläche erheben können, sondern nahe an der Oberfläche, durch die Kraft der Sonne fortgetrieben, hinströmen, um sich an der andern Seite von derselben zu entfernen. Dieses mag vielleicht bei manchen Kometen der Fall seyn, die daher nicht in einen solchen Lichtmantel gehüllt erscheinen. Wenn hingegen die Kraft des Kometen stark genug ist, um selbst gegen die Sonne hin und der Kraft der Sonne entgegen, die Schweiftheilchen von der Oberfläche zu entfernen: so werden sie hier, weil die Sonne sie zurückdrängt, sich doch nur etwa bis zu dem Punkte B erheben können, wo nämlich die in der Ferne gewiß abnehmende Kraft des Kometen der

Kraft der Sonne gleich ist. Hier könnten sie vielleicht zur Ruhe gelangen, wenn nicht die Ströme neuer Schweiftheilchen, die vom Kometen aufsteigen, sie seitwärts drängten und sie nöthigten, seitwärts zuerst der gemeinschaftlichen Wirkung der Kräfte des Kometen und der Sonne nach b hin zu folgen, und endlich, weil in größerer Entfernung vom Kometen dieser nur unmerklich mehr einwirkt, nach b C von der Sonne abwärts zu strömen. Es ist offenbar, daß dieses Fortströmen der Schweifmaterie von B aus nach allen Seiten hin statt findet, und sich so rund um den Kometen eine hohle Hülle bildet, in welcher er selbst frei schwebt, so wie der Komet von 1811 oder der von 1744 es zeigte.

Es wird Sie wohl nicht irre machen, daß diese letzten Betrachtungen so angestellt sind, als wenn det Komet ruhete; denn da die seitwärts gehende Bewegung des Kometen auch den sämmtlichen Schweiftheilchen mitgetheilt ist, so kommt es, sobald wir bloß den Schweifmantel in Beziehung auf den Kometen selbst betrachten, nur auf die Bewegung an, welche diese Schweiftheilchen vergleichungsweise gegen den Kometen haben, wenigstens dann, wenn nur von einer oberfläch-

lichen Bestimmung die Rede ist. Berechnet man nach Anleitung dieser Betrachtungen die Gestalt der hohlen Schweifhülle genauer, so zeigt sich eine ganz gute Zusammenstimmung mit der Beobachtung; aber wir dürfen bei dieser Zusammenstimmung doch nicht vergessen, daß äußerst genaue Beobachtungen nöthig wären, um uns in völliger Strenge zu versichern, daß diese Hypothese besser als irgend eine andre den Beobachtungen entspreche. Dazu würde eine durchaus genaue Kenntniß der Krümmung erfordert, welche die Durchschnittslinie des Schweifkegels B b c wirklich hatte, und diese bei einem Körper zu erlangen, der 20 Millionen Meilen entfernt ist, gehört, wo nicht zu den unmöglichen, doch wenigstens zu den höchst schwierigen Dingen. Für jetzt wollen wir uns bei dieser Vermuthung beruhigen, und ich würde diese Betrachtungen ganz schließen, wenn ich nicht doch noch etwas über den Einfluß sagen müßte, welchen das Wegströmen der Schweiftheilchen vom Scheitel B her auf die ganze Richtung des Schweifes oder der uns erscheinenden zwei Schweife haben müsse. Um nicht immerfort an das ganze, den Kometen umgebende Konoid erinnern zu müssen, werde

ich hier nur von den Schweiftheilchen reden, welche in der Ebne der Kometenbahn von B aus (Fig. 4), theils nach der einen, theils nach der andern Seite ausströmen. Es ist für sich schon klar, daß die Theilchen, welche oberhalb, oder unterhalb dieser Ebne ihren Lauf von B her vollenden, in ihrer Bewegung jenen desto ähnlicher sind, je weniger sie sich von der Ebne der Bahn, das ist von den Richtungen Bb, BD entfernen, und daß die Theilchen, welche von B her ziemlich senkrecht oberhalb oder unterhalb des Kometen hingehen, am wenigsten von den Aenderungen leiden, deren Betrachtung uns hier beschäftiget.

Stellen Sie Sich also vor, der Komet laufe (Fig. 4) von A nach Z auf seiner Bahn fort: so leiden die von B nach d gedrängten Theilchen eine Verminderung der Geschwindigkeit, welche sie vorhin mit dem Kometen gemeinschaftlich hatten; sie werden zwar immer noch wegen der überaus schnellen Bewegung des Kometen in seiner Bahn gegen Z hin fortrücken, aber langsamer als der Komet selbst und viel langsamer, als die von B nach D gedrängten Theilchen, deren Schnelligkeit sich etwa um eben so viel

vermehrt, als sie sich bei jenen verminderte. Statt also, daß wir uns vorhin (Fig. 12) dachten, die vom Kometen abgehenden Schweiftheilchen hätten mit ihm gleiche Geschwindigkeit und liefen dem gemäß in den dort angegebenen Hyperbeln, sind wir jetzt genöthigt eine Verschiedenheit einzuräumen. Denken wir uns nämlich von f, und eben so von e zwei Theilchen mit ungleicher Geschwindigkeit ausgehend und von der Sonne abgestoßen: so läuft das langsamere in einer Hyperbel f p, die sich mehr als die Bahn f q des andern von der Sonne entfernt und jenes ist erst etwa nach p gelangt, wenn das schnellere schon in q ist. Eben so langt von e aus das langsamere Theilchen in r, das schnellere in s an, indem der Komet nach D kommt. Ueberlegt man dieses genauer, so erhellt, daß der vorangehende Schweif s q weniger als der nachfolgende r p gekrümmt seyn wird, grade so wie es auch bei mehreren Kometen der Fall gewesen ist, und daß der Schweif gegen das Ende hin immer breiter werden muß, so wie es die Beobachtung fast allemal gezeigt hat.

Ich breche diese Betrachtungen ab, um Ihnen

nur noch ein Wort über die Aenderungen zu sagen, welche die Ausdehnung des den Kometen von 1811 umgebenden Schweifmantels erlitt. Die wichtigste Aenderung ist die, daß nach der Sonnennähe der ganze Schweifkegel immer enger zusammensank und sich zu gleicher Zeit auch abkürzte. Am 10. September lag der äußerste Rand der Lichthülle am Scheitel B (Fig. 4) etwa $1\frac{1}{4}$mal so weit vom Mittelpunkte des Kerns entfernt, als am 11. Oktober, und diese Abnahme ging auch in der Folge fort. Am 10. September war der Schweif an seiner Mündung HK viel mehr ausgedehnt, als es einer ohngefähr kegelförmigen Gestalt entsprochen hätte; sondern, wenn wir uns die Oberfläche von b nach C zu als ziemlich mit einem Kegel übereinstimmend denken, so erweiterte er sich bis H hin mit auswärts gebogner Krümmung. Damals war die Länge des Schweifes, so wie sie sich ohne Hülfe Herschelscher Teleskope zeigte, nicht viel unter 12 Millionen Meilen, und sein Durchmesser am äußersten Ende $3\frac{1}{3}$ Millionen Meilen. Am 11. Oktober dagegen war die Länge noch eben nicht geringer, aber der Durchmesser an der Mündung nur $2\frac{1}{2}$ Millionen Mei-

len; die Form des Schweifes näherte sich ziemlich einem Kegel, dessen Axe mit der Seitenlinie einen Winkel von 5 Graden macht. Am 16. November kann ich die Entfernung des Scheitels vom Mittelpunkte kaum über halb so groß, als am 10. September angeben, und der Schweifkegel war so schmal geworden, daß seine Seitenlinie mit der Axe nur noch einen Winkel von $1\frac{5}{6}$ Graden machte. Um diese Zeit giebt Harding den Schweif noch etwa 5 Millionen Meilen lang, aber seinen Durchmesser am Ende nur zu höchstens 800000 Meilen an, und so scheint fortdauernd der Schweif in allen Richtungen abgenommen zu haben. Mit welcher Regelmäßigkeit dieß geschehen sei, ob wirklich zuweilen entgegengesetzte Aenderungen jenen Hauptgang der Erscheinungen unterbrachen, wie man aus einigen Beobachtungen vermuthen muß; — darüber, so wie über viele andre Ungleichheiten, die sich hier und da zu verrathen scheinen, läßt sich bei der geringen Anzahl genau aufbehaltener Beobachtungen nichts entscheiden.

Zwei und vierzigster Brief.

„Also entsteht die herrliche Erscheinung, welche wir unter der Form eines glänzenden Schweifes bewundernd betrachten, aus der Zerstörung des Kometen?" — „Zerstreut werden also im unendlichen Weltraume diese vom Kometen aufsteigenden Theilchen, und nie kehren sie zu ihm zurück?" — „Und was anders können wir also hieraus folgern, als daß früher oder später der ganze Weltkörper zertrümmert werde, dessen Herrlichkeit wir jetzt bewundern, und dessen regelmäßigen Lauf wir auf Ewigkeiten hinaus zu berechnen gedachten!" — Sie haben Recht, daß es uns schwer wird diesen Gedanken Raum zu geben; und ich kann es Ihnen nicht verargen, daß Sie, wie Ihr letzter Brief bemerkt, sehr geneigt sind, meinen mathematischen Beweisen teleologische Zweifel entgegen zu stellen, daß Sie der Meinung, etwas so großes und herrliches gehe unter, keinen Glauben schenken können. Aber so sehr auch die unveränderliche Gleichheit der himmlischen Erscheinungen geeignet ist, uns zu dem Gedanken zu leiten, daß jene Weltkörper alle ewig unwandelbar dauern, so ist

es doch gewiß, daß alles, was sinnlich ist, auch vergänglich ist. Und wie kann uns, denen die Natur in unsrer Nähe nichts zeigt, als Aufblühen und Verwelken, wie kann uns dieses auffallend scheinen? Wir, die es aus trauriger Erfahrung wissen, daß selbst das Herrlichste in der Schöpfung, daß selbst das, dessen Strahlen tiefer als Sonne und Sterne in unsre Seele dringen, daß das Auge des Freundes erlöschet, daß dieser Blick, in welchem ein ganzer Himmel sich uns aufzuschließen schien, erstirbt; — wie kann es uns als ein Vorwurf für die Ordnung der Welt erscheinen, wenn eine Hand voll Erde, wenn ein Planet zerstäubt?

* * *

Allerdings scheint es, wenn unsre vorigen Betrachtungen richtig sind, als ob der Komet um so mehr an Masse verlieren müsse, je schöner sein Schweif ist und je längere Zeit er sich mit einem starken Schweife zeigt. Wir können hier zwar nichts mit eigentlicher Gewißheit behaupten, aber so verschieden auch die Ansichten der Astronomen sind, so stimmen doch die meisten in dieser

Meinung überein. Einige hat es zwar gegeben, welche den Schweif sich anders erklären, aber, wie mich dünkt, mit wenigem Glücke. Denn wenn Piazzi sagt, der Komet ziehe von allen Seiten her die im Weltraume zertheilte ihm verwandte Materie an, und es sei begreiflich, daß die Theilchen, welche der Sonne gegenüber sich ihm nähern, durch Zurückwerfung des Lichtes sichtbar werden, so sehe ich nicht ein, warum denn nur diese das Licht zurückwerfen sollen, oder warum nur von dieser Seite vorzüglich viele Theilchen sich dem Kometen nähern sollen. Eben so wenig scheint mir Mairans Meinung zu genügen, der den Kometen die Schweifmaterie aus der Sonnen-Atmosphäre hernehmen läßt, und dann annimmt, sie werde durch die Sonnenstrahlen fortgestoßen; denn wenn diese Materie der Sonnen-Atmosphäre durch die Sonnenstrahlen kann fortgerissen werden, so erhellt nicht, warum sie nicht gänzlich im Weltraume zerstreuet wird, oder warum diese Eigenschaft uns nur merklich wird, wenn jene Materie sich um den Kometen angehäuft hat.

Aber wenn auch der Komet bei seinem Durchgange durch die Sonnennähe wirklich einen bedeu-

tenden Verlust an Materie erleidet, so ist damit doch noch nicht gesagt, daß seine gänzliche Zerstörung davon die Folge sei; sondern es könnte ja seyn, daß nach irgend einem noch unerforschten Naturgesetze dieselbe Materie wieder zu ihm zurückkehrte, oder auch daß der Verlust auf andre Weise wieder ersetzt würde. Beide Vermuthungen sind, die eine von Laplace, die andre von Herschel geäußert worden. Laplace vergleicht die ganze Erscheinung des Schweifes mit Erfahrungen, welche wir auf der Erde kennen. Die Erhitzung, welche der Komet in der Sonnennähe leidet, sagt er, könne eine Menge derjenigen Körper, die sich an des Kometen Oberfläche befinden, in Dämpfe und Luftarten verwandeln, und eben dadurch werde die starke Hitze der Sonne unschädlich gemacht, weil sie ganz auf diese Verflüchtigung verwandt werde, und also hier, wie beym kochenden Wasser, die weitere Erhitzung des eigentlichen Kometenkörpers aufhöre. Auf diese Weise nehme der Komet einen Vorrath von Wärme auf seine Reise in die von der Sonne entfernten Gegenden mit, die ihm dort, wenn allmählig die Dämpfe sich niederschlagen, als fühlbare Wärme zu Statten komme,

und bei diesem Niederschlagen der Dämpfe kehre dann auch der größte Theil der verflüchtigten Materie, oder vielleicht alle, zu dem Kometen zurück. Ich weiß nicht, ob Ihnen die Erfahrungen ganz bekannt sind, an welche diese Erklärung sich anschließt, und Sie werden mir daher erlauben, eine kleine Abschweifung hier einzuschieben. Wenn wir Wasser ans Feuer setzen, so erwärmt sich dieses allmählig, und unsre Empfindung sowohl als das Thermometer läßt uns die zunehmende Wärme bemerken; aber dieses Steigen der Wärme dauert nur bis zum Kochen des Wassers, und alle dann noch zuströmende Hitze macht das Wasser nicht mehr wärmer, sondern verwandelt es in Dampf. Dieser Dampf, der sich nicht heißer anfühlt, als kochendes Wasser, verschluckt gleichsam alle Wärme, die jetzt noch zuströmt, und ein Körper, der zum Schmelzen oder Brennen mehr Wärme als die des kochenden Wassers gebraucht, bleibt im frei kochenden Wasser gewiß unzerstört. Führt man aber diesen Dampf in einen kalten Raum, so zerfällt er in bloßes Wasser und erhitzt zugleich die ihn umgebenden Körper. Der Dampf verhält sich also wie ein aus Wasser und Wärme beste-

bestehender Körper, der einen Theil der überflüssigen Hitze gleichsam verschlingt und so ihr Uebermaaß mildert, und der dagegen Wärme hergiebt, wenn er an einem kälteren Orte wieder zu Wasser wird. Diese alsdann von ihm verursachte Wärme ist überaus erheblich, so daß man mit sehr wenigem in Dampf verwandeltem Wasser eine große Menge kaltes Wasser zum Kochen bringen kann.

Denken wir uns also eben so die Verdampfung auf dem Kometen, und setzen voraus, daß die organischen Körper auf ihm jene Verdampfungshitze ertragen können, so wäre nun ihre Erhaltung während der Annäherung zur Sonne völlig gesichert, und von der andern Seite würde der allmählig wieder herabsinkende Dampf noch sehr lange durch seinen starken Ueberfluß an Wärme den Kometen vor zu großer Kälte schützen. Diese Vorstellung schiene in Rücksicht der Zweckmäßigkeit, die sie uns zeigt, wohl sehr annehmlich; aber sie scheint sonst manches gegen sich zu haben, vorzüglich, daß die Länge der Schweife gar nicht mit der stärkern Annäherung zur Sonne in einem bestimmten Verhältnisse steht, und daß die Richtung der Schweife immer noch ganz

unerklärt bleibt; und endlich, daß es kaum glaublich und wenigstens durch nichts erwiesen ist, daß die auf 20 und mehr Millionen Meilen vom Kometen entfernten Theilchen wieder zu ihm zurückkehren.

Mehr scheint mir Herschels Meinung für sich zu haben, obgleich auch seine Hypothese für jetzt nur bloß Vermuthung heißen kann. Wir werden in der Folge Gründe kennen lernen, welche die neueren Astronomen bestimmen, anzunehmen, daß es außer den zu kugelförmigen Weltkörpern vereinigten Massen von Materie noch zerstreute und dünn vertheilte Materie gebe, die uns in unregelmäßigen sehr ausgedehnten Formen wie ein matter Lichtschimmer oder Nebelfleck am Himmel erscheint. Diese Nebelflecke, deren es viele giebt, gleichen im Ansehen dem matten Schimmer der Kometenschweife, und die Vermuthung, daß beide aus einerlei Stoff bestehen, ist zwar immer höchst schwankend, aber wenigstens nicht ungereimt. Es wäre also wohl möglich, daß ein Komet, indem er einer solchen Nebelmasse begegnete, sie an sich zöge und in seinem Laufe mit sich fortnähme; es ließe sich ferner denken, daß diese

feine, mit dem Körper des Kometen vereinigte Materie die starke Annäherung zur Sonne nicht ertragen könnte, und durch die Wärme oder eine uns unbekannte Kraft der Sonne so vom Kometen weggetrieben würde, wie die Form des Schweifes es zu verrathen scheint. Wäre dieses der Fall, so könnten die Kometen im Allgemeinen gar wohl beständige Weltkörper seyn, deren eigentlicher Kern unzerstört bleibt, und vielleicht sogar aus jenen Nebelmassen die dichtesten Stoffe sich aneignet und sich durch sie vergrößert. Wir müßten dann annehmen, daß bei jeder Sonnennähe nur die Materien von ihm abgetrieben und im Weltraume zerstreut würden, die noch nicht fähig sind, in der Nähe der Sonne auszudauern, und daß also diese starke Gährung vermuthlich ein Mittel sei, um den Kern des Kometen auszubilden und ihn von den Stoffen zu befreien, die gleichsam noch nicht reif zur Bildung eines Weltkörpers sind. Es ließe sich, diesen Vorstellungen gemäß, vielleicht die ganze Bildungsgeschichte des Kometen ziemlich gut verfolgen. Eine Nebelmasse, die in die Nähe unsrer Sonne kommt und deren dichteste Theile sich zusammen zu ballen anfangen, wird von der

Sonne angezogen und fängt an, eine Bahn um sie zu beschreiben; sie gelangt in die Nähe der Sonne und die Kraft der Sonne treibt die allzu-flüchtigen Stoffe in den Weltraum hinaus, so daß der neue Weltkörper in einem verdichteteren Zustande, von den leichtesten Theilchen befreit, zu seiner Sonnenferne zurückkehrt; hier trifft der Körper neue Nebelstoffe an, die er aufnimmt und mit zur Sonne hinführt; und je mehrere er deren angetroffen hat, desto stärker wirkt auf ihn die Sonne, und desto glänzender und länger zeigt sich der Schweif. Jede Rückkehr zur Sonnennähe bildet den Körper des Kometen weiter aus, und jedesmal eignet er sich von der neu aufgenommenen Nebelmaterie mehr an, und so ließe sich denken, daß der Schweif desto unbedeutender und der Körper des Kometen desto größer würde, je mehrere Umläufe der Komet schon vollendet hat. Hieraus ließe sich auch erklären, warum derselbe Komet nicht immer gleich glänzend erscheint; denn die Stärke seines Schweifes hinge von den bei der vorigen Sonnennähe noch übrig gebliebenen und größtentheils von den neu aufgenommenen flüchtigen Stoffen ab; er konnte also das eine Mal meh-

rere, das andre Mal wenigere mitbringen, und sich so ungleich zeigen, wie es mit dem Halleyischen Kometen wirklich der Fall gewesen ist. Nach diesen Vorstellungen würden die Kometen, welche einen kleinen Kern haben und in große prächtige Schweife gehüllt sind, so wie der von 1811, erst schwache Fortschritte in ihrer Ausbildung gemacht haben, und die großen mit wenigem Nebel umgebenen Kometen, zu welchen der zweite, schwach glänzende Komet von 1811 vorzüglich gehörte, wären als ältere, vollkommner ausgebildete Weltkörper zu betrachten.

Doch es ist Zeit, daß ich diese Vermuthungen endige, mit denen ich Sie schon zu lange unterhalten habe. Ich füge nichts von denjenigen Hypothesen hinzu, welche zu bestimmen suchen, ob Elektricität, oder dieselbe Materie, welche in unsern Nordlichtern glänzt, jene leuchtenden Schweifmassen bilde; denn offenbar ist jede solche Vergleichung mit Gegenständen auf der Erde allzuschwankend, als daß sich davon viel für Entdeckung sicherer Wahrheit hoffen ließe. Wahr ist es, daß unsre Nordlichter gleichfalls aus einem sehr fein zertheilten leuchtenden Stoffe bestehen, ziemlich eben so wie die Kometen-

schweife; wahrscheinlich ist es, daß unsre Nordlichter einem entfernten Beobachter, der sich etwa auf dem Mars befände, wie ein kleiner Erdschweif erscheinen; aber dennoch bleibt es sehr ungewiß, ob beide Erscheinungen als in ihrer wesentlichsten Beschaffenheit ähnlich dürfen angesehen werden, und überdas, da wir die Entstehung der Nordlichter noch gar nicht begreifen, so dürfen wir von dieser Seite nicht viel Befriedigendes über die Kometenschweife erwarten.

Drei und vierzigster Brief.

Wir stehen jetzt an einem wichtigen Abschnitte in unsern astronomischen Unterhaltungen; alles, was unser Sonnensystem darbietet, haben Sie, so weit als es die bisherigen Beobachtungen verstatten, kennen gelernt; und herzlichen Dank sage ich Ihnen für die Aufmerksamkeit, mit welcher Sie mir bisher gefolgt sind. Oft habe ich gefürchtet, Sie zu ermüden mit dem Aufzählen des Einzelnen, was die Beobachtungen uns dar-

legen, mit dem Zweifeln und Ueberlegen über die ungleichen Aussagen der Beobachter, mit den Hypothesen, welche man zur Erklärung der Erscheinungen aufgestellt hat; und dennoch mußte ich ausführlich seyn, wenn ich Ihnen klar und vollständig das bisher Entdeckte mittheilen, wenn ich Ihnen eine gründlichere Belehrung verschaffen wollte, als Sie in den vorhandenen Büchern, die diese Lehren, ohne mathematische Kenntnisse vorauszusetzen, vortragen, finden. Ihr Beifall hat meinen Muth aufrecht erhalten, und mich in der Hoffnung bestärkt, daß die Art meiner Darstellung nicht ganz ihres Zweckes verfehle, und daß ich es wagen dürfe, Sie noch einmal um Ihre Begleitung über die Gränzen des Gebietes unsrer Sonne hinaus zu bitten.

Wir haben bisher unsre Blicke nur auf die kleine Anzahl von Körpern geheftet, die als Begleiter unsrer Sonne näher mit uns verbunden sind, und die in geringeren Entfernungen von uns ihre regelmäßigen Bahnen vollenden; der unendlich größeren Zahl von Sternen, die außer diesen am Himmelsgewölbe erscheinen, haben wir noch nicht unsre Aufmerksamkeit geschenkt, und doch wünschen wir auch von ihnen zu wissen,

was für Körper sie sind, in welchen Entfernungen sie sich befinden, welche Bewegungen und welche Veränderungen wir an ihnen wahrnehmen, und ob sich eine Ordnung in ihrer Stellung und Verbindung findet? Diese Fragen wollen wir jetzt nach und nach zu beantworten suchen.

Da die Fixsterne so entfernt sind, daß die Bewegung der Erde auf ihrer jährlichen Bahn keine erhebliche Aenderung in ihrer gegenseitigen Stellung hervorbringt; da wir durchaus nicht bemerken, daß wir die Sterne besser oder größer sähen, wenn wir uns ihnen in unserm Laufe um die Sonne um 40 Millionen Meilen nähern, und daraus auf eine sehr große Entfernung schließen: so führt uns dieß zu dem Schlusse, daß die Fixsterne mit eignem Lichte, gleich unsrer Sonne, leuchten. Die Fixsterne haben einen für alle unsre Messungen viel zu kleinen Durchmesser, und nur der Lebhaftigkeit ihres Lichtes verdanken wir ihre Sichtbarkeit. Gegenstände, deren scheinbarer Durchmesser nur irgend eine merkliche Größe hat, erscheinen uns größer, ihre scheibenförmige Gestalt wird uns deutlicher, wenn wir eine stärkere Vergrößerung auf sie richten;

eine doppelt so starke Vergrößerung zeigt uns, wenn wir den Gegenstand am Himmel, wie er durchs Fernrohr erscheint, mit einem mit bloßem Auge gesehenen irdischen Gegenstande verglei-chen, den Durchmesser von jenem doppelt so groß, als die einfache Vergrößerung ihn zeigte; aber dieses ist bei den Fixsternen nicht der Fall, sondern sie erscheinen nur als Punkte und wir kennen bis jetzt noch kein Mittel, um bei einer überaus starken Vergrößerung ein so reines Bild im Fernrohre zu erhalten, daß wir mit Sicher-heit die anscheinende Scheibenform, die sie als-dann wohl annehmen, für ein ächtes Bild hal-ten dürften. Dieses durch übertriebene Ver-größerung erhaltene anscheinend scheibenförmige Bild, welches aber immer mit unregelmäßigen Strahlen umgeben ist und bei verstärkter Ver-größerung immer undeutlicher und zerrissener wird, entspringt größtentheils nur aus kleinen Unregelmäßigkeiten der Gläser oder Spiegel. Eigentlich sollte ein einziger Punkt des Gegen-standes auch im Bilde im strengsten Sinne nur als ein Punkt erscheinen; aber so genau ist keine menschliche Arbeit, daß nicht kleine Abweichun-gen von dieser Regel statt fänden, so fein ist

keine Politur, daß nicht ein tausendfach verstärktes Auge zarte Risse oder Streifen in ihr entdeckte; und grade diese Umstände sind es, welche bei so überaus starken Vergrößerungen uns ein undeutliches Bild geben, indem die an sich höchst geringen Abweichungen des Bildes von seiner wahren Gestalt bei tausendmaliger Vergrößerung schon eine bedeutende Verzerrung veranlassen, und uns ungewiß lassen, wie viel hier einer wahren Vergrößerung und wie viel bloß diesem trügerischen Scheine zuzuschreiben sei. Wir dürfen also mit Sicherheit sagen, daß der scheinbare Durchmesser der Fixsterne äußerst klein ist, und müssen folglich schließen, daß Körper mit mattem Planetenlichte bei solcher Kleinheit nicht mehr sichtbar seyn könnten.

Die Fixsterne sind also Sonnen, und manche unter ihnen übertreffen vermuthlich unsre Sonne an Größe. Man pflegt hierfür das Zeugniß Herschels anzuführen, welcher mit 6450maliger Vergrößerung zu finden glaubte, daß der Durchmesser des hellen Sternes in der Leier $\frac{1}{3}$ Sekunde betrage, woraus ein Durchmesser, wenigstens 40mal so groß, als der Durchmesser der Sonne folgen würde; aber schwerlich kann man auf diese

Rechnung ein großes Gewicht legen, da ein so großer scheinbarer Durchmesser sich wohl schon mit schwächern Vergrößerungen möchte wahrnehmen und abmessen lassen; auch erhellt aus Herschels eignen Aeußerungen, daß er dieser Messung wenig trauet. Wir wollen daher über die Größe der einzelnen Sterne lieber ganz schweigen, und das um so mehr, da wir nicht einmal im Stande sind, ihre Entfernungen mit einiger Genauigkeit zu bestimmen.

Die Fixsterne scheinen unsrer Sonne nicht bloß in Hinsicht auf den eigenthümlichen Glanz zu gleichen, sondern sie haben vermuthlich, eben so wie diese, Flecken auf ihrer Oberfläche, und drehen sich, wie sie, um ihre Axe. Mehrere Fixsterne zeigen uns eine Veränderlichkeit des Glanzes, welche wir am besten durch solche Flecken erklären können. Diese veränderlichen Sterne lassen sich in zwei Klassen theilen, indem bei einigen die Lichtwechsel in immer gleicher Folge in genau bestimmten Perioden wiederkehren, andre dagegen ohne eine strenge Regelmäßigkeit bald heller bald dunkler erscheinen. Der bekannteste unter jenen ist Algol, ein Stern in dem Medusenhaupte,

welches Perseus in der Hand hält. *) Er erscheint gewöhnlich als ein Stern zweiter Größe; aber zu bestimmten Zeiten nimmt sein Licht während $3\frac{1}{2}$ Stunden so ab, daß er bis zur vierten Größe herabsinkt; dann erlangt er

*) Man kann diesen Stern am leichtesten in den letzten Monaten des Jahrs finden, da er Abends in Osten oder Süden zu sehen ist. Sucht man dann (nach Anleitung des letzten Briefes im 2ten Theile dieser Briefe) den Stern zweiter Größe im Fuße der Andromeda auf, so steht zu der Zeit, da der Widder sich grade in Süden befindet, Algol fast gleich hoch mit jenem Sterne der Andromeda und 15 Grade östlich von ihm entfernt; da er gewöhnlich als ein Stern zweiter Größe erscheint, so findet man ihn leicht. Man kann ihn auch, wenn der Fuß der Andromeda bekannt ist, auf folgende Weise finden, ohne grade die Zeit abzuwarten, da dieser im Meridian steht. Oestlich vom Fuße der Andromeda bemerkt man drei fast in grader Linie, gleich weit von einander entfernt stehende Sterne zweiter Größe. Diese stehen im Körper des Perseus. Denkt man sich nun von dem mittleren dieser Sterne eine grade Linie nach dem Fuße der Andromeda gezogen, so steht Algol nicht gar entfernt unter der Mitte dieser Linie und zeichnet sich als Stern zweiter Größe unter den ihn umgebenden Sternen vierter und fünfter Größe deutlich genug aus.

ohngefähr in eben so langer Zeit von 3½ Stunden sein vollkommenes Licht wieder und behält es beinahe 3 Tage lang, nach welcher Periode jene Lichtabnahme sich wieder einstellt. Dieses geschieht mit einer solchen Regelmäßigkeit, daß man die ganze Periode des Lichtwechsels zu 2 Tagen 20 Stunden 48′ 59″ gefunden hat und darnach die Zeit des kleinsten Lichtes auf lange Zeit voraus berechnen kann. *) Man bemerkt, wie ich schon erwähnt habe, etwa viertehalb Stunden vor dem Zeitpunkt der größten Lichtschwäche ein Abnehmen des Lichtes, aber zuletzt wird der Stern plötzlich auffallend blässer und bleibt 18 Minuten lang in diesem Zustande; nach Verlauf dieser Zeit, während welcher er sich nicht viel von den ihn umgebenden Sternen vierter Größe unterscheidet, kehrt er allmählig zu seinem alten Glanze zurück.

Es giebt mehrere Sterne, die fast mit gleicher Regelmäßigkeit Wechsel ihres Glanzes zeigen; aber unter diesen wohl keinen, der sein Licht so stark verändert, wie Algol. So z. B. ist im Antinous ein Stern (η Antinoi), der

*) Die Zeiten des kleinsten Lichtes stehen in Bode's astronomischem Jahrbuche für 1816. S. 175.

beinahe Sternen der dritten Größe gleicht, wenn er am hellsten ist, und im kleinsten Lichte den Sternen vierter Größe gleich ist; 40 Stunden lang behält er seinen größten Glanz, 66 Stunden nimmt er ab, 30 Stunden dauert sein kleinstes Licht, 36 Stunden nimmt er zu, und dann kehren alle Erscheinungen in derselben Ordnung wieder, so daß ihre Periode etwas über 7 Tage dauert. Diese Sterne, zu denen auch der im Kopf des Herkules, einer im Cepheus, einer in der Leier u. a. gehören, haben offenbar eine Axendrehung, die bei Algol in beinahe 3 Tagen, bei andern in längerer Zeit, z. B. bei dem im Herkules in 60 Tagen vollendet wird. Wir können uns den immer gleichen Lichtwechsel dieser Sterne schwerlich besser erklären, als durch Flecken, die einen großen Theil der Oberfläche einnehmen und die sich von den Flecken unsrer Sonne durch ihre große Beständigkeit auszeichnen. Denken wir uns, so wie Herschel, die Sonne als einen dunkeln, mit einer leuchtenden Atmosphäre umgebenen Körper, dessen dunkle Oberfläche sich zuweilen entblößt zeigt und sich da am leichtesten entblößt, wo hohe Berge nur mit einer geringen Schichte des leuchtenden Flüs-

sigen bedeckt sind; so müßten wir bei Algol und ähnlichen Sternen Berge vermuthen, die unaufhörlich über die leuchtende Atmosphäre hervorragten und auf dem Algol fast die Hälfte der einen Halbkugel einnähmen. Diese Erklärung scheint mir die genügendste, und ich führe daher andre, weniger natürliche, gar nicht an.

Nicht so regelmäßig in ihrer Periode sind einige andre Sterne, die zwar zu ziemlich bestimmten Zeiten im größten Glanze erscheinen, aber nicht allemal einen gleichen Glanz erreichen, und auch in der Dauer ihrer Periode Aenderungen zeigen. Ein solcher ist der Stern am Halse des Wallfisches, der etwa in 331 Tagen seine Periode vollendet, aber doch zuweilen mehrere Tage früher oder später am glänzendsten ist, und während des größten Glanzes zuweilen Sternen erster Größe beinahe gleich kommt, zuweilen selbst dann hinter Sternen zweiter Größe bedeutend zurückbleibt. Sein Lichtwechsel ist so stark, daß er zuweilen mit guten Fernröhren nicht aufzufinden ist, durch welche man noch Sterne zehnter Größe erblickt; er würde also vorzüglich dem, der sich von diesen Veränderungen überzeugen will, zu empfehlen seyn, wenn

man seinen größten und kleinsten Glanz mit eben der Genauigkeit, wie bei Algol voraussagen könnte und wenn seine Periode kürzer wäre. Dieser Stern scheint also wohl in etwa 331 Tagen sich um die Axe zu drehen; aber es müssen auf seiner Oberfläche starke Veränderungen vorgehen, die seiner hellsten Seite zuweilen mehr oder minderen Glanz geben und die im Gegentheil seine dunkle Seite zuweilen noch mehr als gewöhnlich verfinstern. Die veränderlichen Flecken unserer Sonne haben vielleicht hiermit Aehnlichkeit; indeß zeichnet sich dieser Stern und einige andre doch dadurch sehr aus, daß ihre eine Seite fast ganz dunkel ist. Der starke Lichtwechsel dieses Sternes ist schon seit den letzten Jahren des 16ten Jahrhunderts bekannt.

Noch unregelmäßiger zeigt sich ein im Jahr 1600 bemerkter veränderlicher Stern im Schwan. Er war von der dritten Größe und ward in der Folge unsichtbar; nach 60 Jahren bemerkte man ihn wieder als Stern dritter Größe, er nahm aber bald wieder bis zur sechsten Größe ab und zeigt sich noch jetzt als Stern sechster Größe. Aehnliche Unregelmäßigkeiten finden bei mehreren Sternen statt. Zu diesen Sternen, die einen

Lichtwechsel zeigen, dessen periodische Wiederkehr wir nicht bestimmen können, gehören dann auch die, welche sich jetzt heller oder dunkler, oder von andrer Farbe zeigen, als frühere Beobachter sie angeben. Nach Herschels Vergleichungen scheinen der Stern zweiter Größe im Kopfe des Wallfisches, der helle im Schwanze des Löwen, der kleinste in dem Viereck im großen Bären u. a. an Licht abgenommen zu haben; andre Sterne dagegen, z. B. der im Schwanze des Wallfisches, müssen vermuthlich in älteren Zeiten schwächeres Licht gezeigt haben. Wir können nicht entscheiden, ob diese Wechsel periodisch sind und vielleicht in einer langen Reihe von Jahren wiederkehren, oder ob eine solche Abnahme oder Zunahme statt finden kann, ohne daß der Stern wieder zu seinem ehemaligen Zustande zurückkehrt.

Herschel hat, um diese langsamen Aenderungen künftig leichter bemerkbar zu machen, eine große Menge von Sternen so mit den benachbarten, die ihnen gleich oder etwas größer oder etwas kleiner sind, verglichen, daß nun für künftige Zeiten der verhältnißmäßige Glanz, den sie jetzt haben, sehr genau aufbehalten ist, und

diese Vergleichungen werden also dienen können, theils die langsame Zu- oder Abnahme des Glanzes einiger Sterne zu entdecken, theils noch manche periodisch veränderliche Sterne aufzufinden.

Zu den merkwürdigen Veränderungen, die wir an den Sternen bemerken, gehört auch eine Veränderung der Farbe. Sirius, dessen weißes Licht jetzt eher ein wenig zum bläulichen hinneigt, wird bei den Alten (bei Aratus und Ptolemäus) roth genannt. Herschel glaubte 1796 den einen Stern im Kopfe der Zwillinge röther als ehemals zu finden.

Woher überhaupt die Verschiedenheit in den Farben der Sterne rühre, darüber läßt sich wohl kaum eine Vermuthung wagen; aber es ist bekannt, daß Aldebaran und die Schulter Orions viel röther sind als der helle in der Leier, als die Ziege und Sirius. Unsre Sonne scheint zu den weißen Sternen zu gehören, also etwa dem hellen in der Leier zu gleichen. Nach Herschels Beobachtungen giebt es unter den kleineren, teleskopischen Sternen manche, deren Farben sehr auffallend sind; er erwähnt z. B. den Nebenstern bei dem hellsten Sterne im Kopfe des Herkules

als bläulich-grün, einen Stern im Cepheus als völlig granatfarben und mehrere andre.

Sie werden Sich vielleicht wundern, daß ich unter den veränderlichen Sternen nicht die höchst merkwürdigen Sterne genannt habe, die zuweilen auf kurze Zeit durch ihren auffallenden Glanz die Astronomen in Erstaunen setzten und nachher völlig verschwunden sind. Allerdings gehören sie wohl hierher, aber sie scheinen mir etwas so Außerordentliches, daß ich sie nicht mit den gewöhnlichen veränderlichen Sternen in eine Klasse setzen mag, sondern bei einer andern Gelegenheit wieder auf sie zurückkommen werde. Hier mag es genug seyn zu erwähnen, daß der berühmte neue Stern, den Tycho 1572 in der Cassiopea beobachtete, anfangs der Venus an Glanz gleich kam, dann allmählig erlosch und nicht wieder aufzufinden war. Ein andrer wurde von Keppler im Schlangenträger entdeckt, und verschwand ebenfalls, nachdem er eine geraume Zeit sich in schönem Lichte gezeigt hatte.

Vier und vierzigster Brief.

Obgleich ich Ihnen schon ehemals kurz erklärt habe, wie man zu der Ueberzeugung, daß die Fixsterne so sehr entfernt sind, gelangt ist, so halte ich es doch nicht für überflüssig, noch einmal auf diesen Gegenstand zurück zu kommen, um deutlicher zu zeigen, wie die scheinbare Bewegung der Sterne, die aus einer Parallaxe entstehen würde, sich von den kleinen Aenderungen unterscheidet, welche wir wirklich in der Stellung der Sterne bemerken.

Die Versuche, die Parallaxe eines Sternes zu bestimmen, lassen sich auf zweierlei Art anstellen. Wir wollen uns zuerst denken, nahe bei einem überaus weit entfernten Sterne stehe am Himmel ein viel näherer: so ist es offenbar, daß jener so gut wie gar keine Parallaxe, dieser aber eine erheblichere Parallaxe haben wird. Es ist am bequemsten, wenn wir voraussetzen, diese Sterne erscheinen uns nahe bei dem Pole der Ekliptik, oder stehen in einer durch die Sonne auf die Ebne der Erdbahn senkrecht gezogenen Linie, also ohngefähr in der Linie SA (Fig. 13), wenn S die Sonne, BCDE die Erdbahn vor-

stellt. Da der eine dieser Sterne so entfernt ist, daß er fast gar keine Parallaxe hat, so erscheint er uns, indem wir von B nach C, D, E fortgehen, immer in Richtungen, die mit SA parallel sind, nach Ba, Ca, Da, Ea; der ziemlich nahe Stern A hingegen erscheint uns nach BA, rechts von a, wenn wir in B sind. Ist die Linie SD nach dem Widder oder nach der Frühlingsnachtgleiche, SE nach dem Krebse oder der Sommer-Sonnenwende, SB nach der Wage oder Herbstnachtgleiche, SC nach dem Steinbocke oder der Winter-Sonnenwende gerichtet; so erscheint uns, indem wir in B sind, der nähere Stern A von a ein wenig entfernt gegen den Widder hin zu stehen; in C erscheint uns A so, als ob er um den Stern a fortgerückt und nach der Seite hin gekommen sei, wo der Krebs steht; kommen wir nach D, so ist A weiter um a fortgerückt und befindet sich ein wenig von ihm entfernt, nach der Seite hin, wo die Wage steht, und so scheint während eines ganzen Jahres der nähere Stern um den entfernteren einen kleinen Kreis nach der Ordnung der Zeichen, das heißt in eben der Richtung zu durchlaufen, in welcher Sonne und Mond fortrücken. Ständen die

beiden ungleich entfernten Sterne nicht senkrecht über der Ekliptik, in der Nähe des Poles derselben, sondern in der Ebne der Ekliptik selbst, so wären die Erscheinungen etwas anders. Es sei wieder (Fig. 14) S die Sonne, BCDE die Erdbahn, A ein näherer Stern, jenseits welchem in sehr großer Entfernung ein andrer Stern a liegt, so werden, wenn die Erde in B oder D ist, beide Sterne einander bedecken; ist die Erde in C, so wird A ein wenig von a entfernt gegen den Krebs hin zu stehen scheinen; und wenn die Erde in E ist, wird A etwas mehr als a gegen den Steinbock hin stehen. Es wird also A in einer kleinen graden Linie, oder auf einem kleinen Bogen der Ekliptik hin und her zu rücken, bei a vorbei zu gehen und rückwärts abermals vorbei zu gehen scheinen. Befänden sich die Sterne in einer schiefen Richtung gegen die Ebne der Erdbahn, so würde der eine sich während eines Jahres in einer Ellipse um den andern zu bewegen scheinen, und diese Ellipse würde desto abgeplatteter seyn, je näher die Sterne der Ebne der Ekliptik ständen.

Wenn man so die Parallaxe der näheren Fixsterne bestimmen könnte, so würde sich aus der

Größe der scheinbaren Verrückung, oder aus der Größe der Ellipse, welche der nähere um den sehr viel entfernteren zu durchlaufen schiene, die Entfernung des näheren Sternes finden lassen; aber es ist bis jetzt nie gelungen eine solche Parallaxe zu entdecken, indem die kleinen Bewegungen, die man theils als allen gemeinschaftlich, theils als einigen Fixsternen eigenthümlich bemerkt, gar nicht die Regeln befolgen, welche wir für diese Parallaxe so eben aufgefunden haben.

Daß man auf dem eben betrachteten Wege keine Parallaxe entdeckt hat, könnte darin seinen Grund haben, daß man nie Sterne gewählt hätte, die in sehr ungleichen Entfernungen von uns stehen; und da wir kein Mittel haben, wodurch wir bei dieser Wahl sicher geleitet würden, so hat man einen zweiten Weg zu Bestimmung dieser Parallaxe eingeschlagen. Wenn die Axe der Erde, während die Erde um die Sonne läuft, aufs aller strengste eine immerfort parallele Lage behält, so bleibt sie während eines Umlaufes immer gleich gegen die Erdbahn geneigt und immer ganz genau gegen denselben Punkt des Weltraums gerichtet. Die Ebne der Erdbahn können wir gleichfalls als unveränderlich ansehen

und folglich die Richtung, welche senkrecht auf diese Ebne ist, als unveränderlich, das heißt als immer nach einerlei Gegend des Weltraumes gerichtet, betrachten. Der Punkt am Himmel, wohin diese gegen die Erdbahn senkrechte Linie gerichtet ist, heißt, wie ich schon gesagt habe, der Pol der Ekliptik, und es erhellt also aus unsern frühern Betrachtungen, daß dieser Pol der Ekliptik immer durch mein Zenith geht, wenn mein Wohnort die Lage hat, welche dazu erfordert wird. Damit diese letzte Behauptung in aller Strenge wahr sei, muß die Unveränderlichkeit in der Lage der Erd-Axe und der Ekliptik angenommen werden, die ich eben vorausgesetzt habe; diese findet nun zwar, wie Sie aus meinen frühern Briefen *) wissen, nicht strenge statt, aber wir kennen alle Aenderungen, die darin vorgehen, das Zurückgehen des Nachtgleichenpunktes, die Nutation der Erd-Axe, die Abnahme der Schiefe der Ekliptik, so genau, daß wir die nöthigen Verbesserungen leicht und mit völliger Genauigkeit herleiten, also das, was jene Aenderungen zur Folge haben, leicht und strenge von dem absondern können, was auf eine

*) 49ter Brief. II. Theil. Zweite Auflage.

Parallaxe der Fixsterne deuten könnte. Aus diesem Grunde ist es uns hier erlaubt, damit die Betrachtung einfacher werde, jene Unveränderlichkeit in der Lage der Erd-Axe und des Poles der Ekliptik voraus zu setzen, und es als gewiß anzunehmen, daß der Pol der Ekliptik täglich genau durch mein Zenith geht, wenn er heute durch mein Zenith ging. Finde ich also heute, da die Erde in B ist (Fig. 13), einen Stern, der völlig strenge im Pole der Ekliptik steht, so befindet dieser sich in der Linie B a; er wird sich also, wenn er nicht sehr weit entfernt ist, mir nicht in der mit B a parallelen Linie D a zeigen können, wenn die Erde nach einem halben Jahre in D angekommen ist, sondern ich werde ihn dann etwa in der Richtung D b, entfernt von dem Pole der Ekliptik, welcher nach D a hin liegt, erblicken. Es erhellt leicht, daß der Pol der Ekliptik hier die Stelle des entfernteren Sternes bei unsrer ersten Betrachtung vertritt, und daß der Stern, welcher heute durch mein Zenith geht, nicht das ganze Jahr durch täglich mein Zenith erreicht, sondern sich wegen der Parallaxe davon ein wenig entfernt, und in Vergleichung gegen den Pol der Ekliptik einen kleinen

Kreis beschreibt. Ich brauche wohl kaum zu sagen, daß ähnliche Beobachtungen sich an allen Orten der Erde anstellen lassen, nämlich auch da, wo der Pol der Ekliptik nicht grade durchs Zenith geht; allemal müssen der Parallaxe wegen die Sterne, wenn sie nicht überaus entfernt sind, eine kleine Aenderung in Länge und Breite leiden, oder eine kleine Ellipse zu durchlaufen scheinen, die desto bedeutender wird, je näher uns die Sterne sind.

Bradley, einer der größten Beobachter, die je gelebt haben, wandte großen Fleiß auf diese Beobachtung. Er fand, daß freilich der Stern, welcher heute durch sein Zenith ging, in der Folge der Zeit täglich mehr vom Zenith entfernt blieb, und erst nach Vollendung eines Jahres wieder genau im Zenith erschien; aber er erkannte auch sogleich, daß die Regel dieser Aenderung nicht so war, wie die Parallaxe es forderte, und dieses leitete ihn zu der Entdeckung der Erscheinung, die unter dem Namen des Schwankens (Nutation) der Erd-Axe *) bekannt ist, und zur Entdeckung der Abirrung des Lichtes, von

*) 49ter Brief des zweiten Theils nach der neuen Auflage.

welcher ich Sie bald unterhalten werde. Da es zum Verstehen dieser Entdeckungen nöthig ist, das Gesetz der Erscheinungen näher zu kennen: so müssen Sie mir es verzeihen, daß ich länger hierbei verweile, und daß ich, im Vertrauen auf Ihren Wunsch, mit Klarheit und Gründlichkeit die Entdeckungen der Astronomen kennen zu lernen, es versuche, auch diese nicht ganz leichten Lehren in ihrem rechten Lichte darzustellen; ich hoffe, daß Sie es nicht schwer finden werden mir zu folgen, da ich nur mit etwas andern Worten das zu wiederholen brauche, was ich eben erklärt habe.

Da wir in unsern Zeichnungen nicht füglich die großen Entfernungen nachbilden können, welche die Fixsterne in Vergleichung zur Größe der Erdbahn haben, so stelle A (Fig. 15) einen sehr nahen Stern vor, S die Sonne, BCDE die Erdbahn. Denken wir uns von A eine Linie AF senkrecht auf die Ebne der Erdbahn gezogen, und von F durch S eine grade Linie gezogen, welche die Erdbahn in B und D schneidet: so ist offenbar die Erde dem Sterne in D am nächsten, in B am weitesten von ihm entfernt. Der Winkel, welchen die Richtungslinie AB mit

BF macht, heißt für den Beobachter in B die Breite des Sternes, oder sein scheinbarer Abstand von der Ekliptik, und eben so ist der Winkel zwischen A D, und D F die scheinbare Breite für den Beobachter, wenn er sich in D befindet. Ist der Beobachter in B, so ist der Stern mit der Sonne in Konjunktion oder steht gleichsam hinter ihr, und zu dieser Zeit ist seine scheinbare Breite am kleinsten; am größesten dagegen ist sie, wenn sich der Stern in Opposition mit der Sonne oder an der der Sonne entgegengesetzten Seite des Himmels befindet, oder wenn der Beobachter in D ist; in der Zwischenzeit nimmt die Breite allmählig zu oder ab. Ferner hat der Stern genau einerlei Länge zu den Zeiten, da der Beobachter in B oder in D ist; und welche Länge er in der Zwischenzeit hat, läßt sich leicht übersehen. F ist ein Punkt in der Ebne der Erdbahn selbst, über welchem A genau senkrecht steht; daher erscheinen A und F dem Beobachter immer unter gleicher Länge, weil der Bogen am Himmel, durch welchen wir die Breite oder den scheinbaren Abstand des A von der Ekliptik abmessen, die Ekliptik da trifft, wo F erscheint. Wir haben also, um die scheinbaren Aenderungen

der Länge für A zu bestimmen, nur nöthig, unsre Aufmerksamkeit auf F zu richten. B D F sei die Richtung nach der Frühlingsnachtgleiche, so ist auch C f für den Beobachter in C genau nach der Frühlingsnachtgleiche gerichtet, statt daß C F ein wenig gegen den Krebs hin von diesem Punkte entfernt ist. Wir sagen daher, die Länge des Sternes A habe, so wie die Länge von F, wegen der Parallaxe etwas zugenommen, während die Erde von B nach C ging, oder während des Vierteljahres, das auf die Konjunktion mit der Sonne folgt; die Länge nimmt wieder ab bis zur Opposition, und nimmt ferner ab bis die Erde nach E kommt, das heißt, während dieser ganzen Zeit scheint uns der Stern sich ein wenig dem Steinbock zu nähern, und so weiter. Genau dieser Regel gemäß müßte die kleine Verrückung der Sterne sich zeigen, wenn sie Folge einer Parallaxe seyn sollte; das aber fand Bradley nicht so, sondern die größte und kleinste Breite trat 3 Monate später ein, als sie hiernach gesollt hätte; und auch für die Länge fand 3 Monat zu spät das statt, was die Parallaxe früher hätte ergeben müssen; auch zeigte sich diese kleine jährliche Verrückung bei allen Sternen gleich groß.

Das was die Beobachtung ergab, war also keine Parallaxe, sondern rührte, wie Sie bald sehen werden, von der Abirrung des Lichtes her. Außerdem bemerkte Bradley noch eine kleine Aenderung in der Lage der Sterne, die nicht nach Verlauf eines Jahres wiederkehrte, sondern von der Lage der Mondsknoten abhing und die Folge von der Nutation der Erd-Axe ist.

Es schien sich also hieraus zu ergeben, daß die Fixsterne, wenigstens die von Bradley beobachteten, keine merkliche Parallaxe haben und daß sie folglich sehr entfernt seyn müßten. Man hat ähnliche Beobachtungen nachher oft wiederholt und zuweilen eine geringe Parallaxe zu finden geglaubt, es ist aber wegen der allzu großen Schwierigkeit, solche feine Beobachtungen mit völliger Genauigkeit anzustellen, noch nicht entschieden, ob diese Angaben vollkommen zuverlässig sind. Ganz neuerlich hat Calandrelli in Rom und Brinkley in England den hellen Stern in der Leier auf diese Weise beobachtet und beide glauben eine merkliche jährliche Parallaxe an ihm bemerkt zu haben. Calandrelli setzte diese auf 10 Sekunden für die beiden einander gegen über stehenden Punkte der Erdbahn und folglich die Entfernung

dieses Sternes etwa 44000mal so groß, als die Entfernung der Sonne von uns, das ist ohngefähr 900000 Millionen oder fast eine Billion Meilen. Nach Brinkleys Beobachtungen ist die Parallaxe nur halb so groß, also die Entfernung doppelt so groß, und wir können daher ohne Zweifel die Entfernung der nächsten Fixsterne auf mehr als eine Billion Meilen setzen, indem wenigstens kein Stern als näher mit Sicherheit kann angegeben werden. Fest verbürgen können wir freilich nicht, ob nicht irgend ein Stern uns näher sei; denn es ist einleuchtend, daß wir nicht alle einzelnen Sterne auf diese Weise beobachten können, und da ja leicht irgend ein unscheinbarer Stern uns am aller nächsten seyn könnte, welchen genauer zu beobachten niemand sich grade veranlaßt gefunden hätte, so wäre eine Möglichkeit denkbar, daß ein solcher Stern uns näher wäre, als die bisherigen Beobachtungen angeben. Doch, wie dem auch sei, im Allgemeinen können wir annehmen, daß die Entfernung der Fixsterne so groß und bei den meisten noch größer ist, als ich eben angegeben habe, da wenigstens, wenn auch einzelne nicht ganz so entfernt seyn sollten, doch sicher die

Fixsterne in großen Fernen hinter einander und bis zu Entfernungen hin stehen, welche die angegebene Entfernung vielfach übertreffen.

So sicher indeß diese Angaben von einer überaus großen, in der That für uns unermeßlichen Entfernung der Sterne sind, so hat es doch oft Zweifler gegeben, welche aus der unmerklichen Parallaxe der Fixsterne lieber ein Stillstehen der Erde herleiten wollten. Ich glaube nicht, daß Sie hierzu geneigt seyn werden, da ich Ihnen Gründe genug gegen diese Meinung angeführt habe und nächstens noch einen sehr entscheidenden Grund für die Bewegung der Erde zu erklären Gelegenheit haben werde; aber dennoch ist es gut, für einen so wichtigen Satz auch andre Beweise zu haben, die, auf ganz andern Wegen gefunden, dazu dienen können, jene große Entfernung zu bestätigen und dadurch diese Zweifel gegen die Bewegung der Erde als ungültig zu beseitigen. Einen solchen Beweis geben folgende aus dem Glanze der Sterne erster Größe hergeleitete Betrachtungen.

Der Planet Mars erscheint uns, wenn er nicht sehr weit von der Sonne absteht, matter

an Licht, als ein Stern erster Größe, und es ist daher eben nicht schwierig, den Zeitpunkt zu bemerken, da er fast genau Sternen erster Größe gleicht. Olbers stellte im Februar 1801 eine solche Beobachtung an und berechnet nun, nach Gründen, deren Zusammenhang Ihnen aus dem 19ten Briefe *) bekannt ist, wie viel der Glanz des Mars damals in Vergleichung gegen den Glanz der Sonne betrug. Es ergiebt sich hieraus, daß die Sonne um diese Zeit 100000 Millionen Mal stärkeren Glanz als Mars und folglich eben so viel Mal stärkern Glanz als ein Fixstern erster Größe, namentlich als Aldebaran und Orions Schulter, hatte. Wir kennen nun zwar nicht die Größe dieser Fixsterne, und wissen nicht, ob ihr eigenthümliches Licht an sich selbst stärker oder schwächer, als das unsrer Sonne ist; aber wir können wenigstens die Frage aufwerfen, in welche Entfernung hinaus unsre Sonne gerückt werden müßte, um nur noch in einem so geringen Glanze zu erscheinen, oder wie entfernt diese Fixsterne seyn müssen, wenn sie die Größe und den eigenthümlichen Glanz unsrer Sonne besitzen und doch uns nur mit dem höchst matten Lichte

*) Des dritten Bandes.

erscheinen sollen, welches wir an ihnen bemerken. Die Rechnung ergiebt, daß unsre Sonne etwa 320000mal so weit, als sie wirklich von uns entfernt ist, entfernt seyn müßte, wenn sie dem Aldebaran gleich erscheinen sollte, und daß wir folglich im Mittel die Entfernung der Sterne erster Größe, die vermuthlich nicht grade alle viel mehr oder minder glänzend als unsre Sonne seyn werden, auf etwa 6 Billionen Meilen setzen können.

Olbers stellt noch eine ähnliche Vergleichung zwischen dem Saturn und Sternen erster Größe an, aus welcher sich die Entfernung der Fixsterne noch etwas größer ergiebt. Auf eine ähnliche Weise kann man durch Vergleichung des Uranus mit Sternen sechster Größe, welchen er an Glanz ohngefähr gleicht, finden, wie entfernt die Sonne seyn müßte, um nur noch so viel Glanz zu haben, als ein Stern sechster Größe. Die Rechnung ergiebt diese Entfernung zu 70 Billionen Meilen und etwa so weit entfernt müssen wir uns folglich die Sterne sechster Größe denken; denn obgleich manche von ihnen viel kleiner als unsre Sonne und folglich näher seyn mögen, und manche von ihnen die Sonne an Größe übertreffen mögen, und folglich entfernter seyn müssen, so geben doch

diese Rechnungen einen ohngefähren Begriff von ihrem Abstande, und zeigen, daß die Fixsterne, selbst die der ersten Größe, keine erhebliche Parallaxe haben können, und daß folglich die Kleinheit oder Unmerklichkeit dieser Parallaxe kein Grund gegen die Bewegung der Erde um die Sonne seyn kann. Es erhellt hieraus aber auch, daß wir eben keinen Grund haben, die Sterne erster Größe als so viel größer wie unsre Sonne anzusehen. Möglich zwar ist es, daß einige von ihnen sehr viel entfernter und folglich größer sind; aber mit einiger Bestimmtheit läßt sich hierüber nichts behaupten, ja wir würden genöthigt seyn, den hellen Stern in der Leier für viel minder leuchtend, als unsre Sonne zu halten, wenn Calandrelli's Bestimmung seiner Entfernung richtig seyn sollte.

Fünf und vierzigster Brief.

Die von Bradley zuerst beobachtete kleine Verrückung der Sterne, welche, wie ich neulich erwähnt habe, unter dem Namen der Abirrung des Lichtes bekannt ist, nöthiget mich einen Gegenstand hier abzuhandeln, der eigentlich in die Naturlehre gehört, den aber die Physiker, weil nur astronomische Beobachtungen Aufschluß darüber geben können, gewöhnlich den Astronomen zu überlassen pflegen; — es ist dieses die Lehre von der Geschwindigkeit des Lichtes. So wenig wir von der Natur des Lichtes wissen, so ist es doch eine sehr natürliche Voraussetzung, deren Gegentheil kaum recht denkbar ist, daß die Empfindung, vermöge welcher wir einen Stern oder irgend einen Körper bemerken, durch etwas das von ihm ausgeht und zu uns gelangt, bewirkt werde, und diese Vorstellung führt sogleich zu der Frage, ob eine merkliche Zeit verfließe zwischen dem Abgange des Lichtes von einem Körper und seinem Ankommen bei unserm Auge, oder ob die allmählige Fortpflanzung des Lichtes sich nachweisen und vielleicht abmessen lasse. Wie eine solche Abmessung etwa anzustellen wäre,

wenn die zu bestimmende Geschwindigkeit des Lichtes nicht gar zu groß ist, das läßt sich leicht übersehen, und ich kann es Ihnen hier am besten durch die Beobachtungen erklären, welche man zu Bestimmung der Geschwindigkeit des Schalles angewandt hat. Die alltäglichsten Erfahrungen zeigen, daß der Schall sich nicht überaus schnell fortpflanzt und daß das Licht weit schneller fortgeht. Sehen Sie einen Pfahl durch einen schweren Rammklotz einschlagen: so bemerken Sie das Aufschlagen des Klotzes und den dadurch verursachten Schall als gleichzeitig, wenn Sie Sich sehr in der Nähe befinden. Entfernen Sie Sich allmählig von dem Orte, wo diese Arbeit vorgenommen wird, so bemerken Sie bald, daß das Auftreffen des Klotzes immer dem Schalle voranzugehen scheint, und daß die Zwischenzeit zwischen diesen an sich gleichzeitig erfolgenden Ereignissen desto größer wird, je weiter Sie Sich entfernen. Das also, was unser Auge rührt, oder das, was wir auch bei nicht selbst leuchtenden Körpern Lichtstrahlen nennen, eilt merklich dem Schalle voraus und dieses in solchem Grade, daß wir bei 2000 Fuß Entfernung schon 2 Sekunden zählen können zwischen dem von

uns gesehenen Auftreffen des Klotzes und dem dazu gehörigen Schalle. Um die Geschwindigkeit des Schalles genauer abzumessen, bedient man sich besser der Kanonenschüsse, weil da die Beobachtung in größerer Entfernung angestellt werden kann; und es ist einleuchtend, daß man nur nöthig hat, genau die Zeit abzumessen, welche zwischen Blitz und Knall eines sehr entfernten Kanonenschusses verfließt, um zu bestimmen, wie viele Zeit der Schall gebrauchte, diese Entfernung zu durchlaufen. Eigentlich scheint eine so angestellte Beobachtung nur zu ergeben, wie viel mehr Zeit der Schall gebrauche, als das Licht, um sich durch jene Entfernung fortzupflanzen; aber Sie werden Sich bald überzeugen, daß das Licht viele Meilen in einem unmerklich kleinen Zeitraume durchläuft, und daß wir daher berechtiget sind, bei so kleinen Entfernungen als auf der Erde nur vorkommen können, die Ankunft des Lichtstrahles als fast gleichzeitig mit seinem Abgange anzusehen und jene beobachtete Zwischenzeit als die wahre Zeit zu betrachten, in welcher der Schall den Raum von der Kanone bis zum Beobachter durchläuft. Die Geschwindigkeit des Schalles hat man auf diese Weise

etwa 1040 pariser Fuß in einer Sekunde gefunden, *) und hier, wo es auf genaue Zahlen nicht so sehr ankommt, werden Sie es mir wohl verzeihen, wenn ich etwa einmal nur kurz für jede Sekunde 1000 Fuß anrechne.

Um jetzt zu den Beobachtungen überzugehen, welche darauf geführt haben, die Geschwindigkeit des Lichtes kennen zu lernen, werde ich Sie mit einer Beobachtung des Schalles unterhalten, die sich ziemlich leicht anstellen ließe und die dann die größte Aehnlichkeit mit den Beobachtungen haben würde, welche uns die Fortpflanzung des Lichtes kennen lehrten.

Es sei (Fig. 16) in A eine Kanone, welche mit der allergrößesten Pünktlichkeit am Ende jeder Viertelstunde abgefeuert werde, so daß ohne den mindesten Fehler der Zeitraum zwischen zwei auf einander folgenden Schüssen 15 Minuten oder 900 Sekunden betrage. Ein Beobachter, welcher sorgfältig die Zeit, da er den Schall hört, anmerkt, bewege sich auf dem großen Kreise

*) Bei verschiedener Wärme ist diese Geschwindigkeit etwas verschieden; es ist aber hier jene Bestimmung schon hinreichend.

BCDEFG schnell fort, so daß er in 2 Stunden den ganzen Kreis durchläuft; dann lassen sich leicht die Zeitpunkte angeben, wann der Beobachter den Knall hört. Wir wollen A 50000 Fuß von B entfernt, den Durchmesser des Kreises 20000 Fuß annehmen, und den Beobachter von B aus seine Bewegung grade in dem Augenblick anfangen lassen, da er den ersten Knall hört. Um Zahlen zu haben, an welche wir unsre Vorstellungen knüpfen können, setze ich, daß der erste Schuß grade um 12 Uhr geschehe, und folglich 50 Sekunden nach 12 Uhr in B gehört werde. Der Beobachter geht nun in der nächsten Viertelstunde nach C fort, und müßte also, wenn er seine Entfernung von A nicht geändert hätte, den zweiten Schall genau 15 Minuten und 50 Sekunden nach 12 Uhr hören; aber indem er in C ankommt, ist er etwa 53000 Fuß von A entfernt, und folglich hört er den Knall erst 53 Sekunden nach dem Schusse; für ihn vergeht also zwischen den beiden gehörten Schüssen eine Zeit von 15 Minuten 3 Sekunden, obgleich die Schüsse selbst der Regel gemäß nur 15 Minuten Zwischenzeit ließen. Während der zweiten Viertelstunde kommt der Beobachter

nach D, und da er am Ende dieses Zeitraums mehr als 60000 Fuß von A entfernt ist, so gebraucht der Schall 60 Sekunden, das ist eine Minute Zeit, um zu ihm zu gelangen, und er hört den Knall also erst um 31 Minuten nach 12 Uhr. Eben so läßt sich zeigen, daß er den vierten Knall in E um 46 Minuten 7 Sekunden nach 12 Uhr, den fünften in F erst um eine Minute und 10 Sekunden nach ein Uhr hört. Dem Beobachter kommt es also, während er sich auf dieser Hälfte seiner Laufbahn von A entfernt, so vor, als ob der Gehülfe in A nach und nach immer später die Kanone abschieße, als ob er nämlich zwischen dem ersten und zweiten Schusse nicht 900, sondern 903 Sekunden, zwischen dem zweiten und dritten nicht 900, sondern 907 Sekunden, zwischen dem dritten und vierten wieder etwa 907 Sekunden, zwischen dem vierten und fünften 903 Sekunden habe verfließen lassen. Wir wollen jetzt unsern Beobachter weiter begleiten. Am Ende der fünften Viertelstunde gelangt er nach H, und ist nur noch 67000 Fuß von A entfernt. Der sechste Schuß erfolgt um 15 Minuten nach ein Uhr, und der Beobachter hört folglich den Knall

67 Sekunden später um 1 Uhr 16 Minuten 7 Sekunden; er hört in G den siebenten Schuß um 1 Uhr 31 Minuten, in I den achten um 1 Uhr 45 Minuten 53 Sekunden, und in B den neunten um 2 Uhr 50 Sekunden. Die letzten Schüsse scheinen also in kürzern Zwischenzeiten als 900 Sekunden auf einander zu folgen, indem zwischen dem Knall des fünften und sechsten 897, des sechsten und siebenten 893, des siebenten und achten 893, des achten und neunten 897 Sekunden verfließen.

Dem Beobachter, der, ohne von der langsamen Fortpflanzung des Schalles etwas zu wissen, diese Erfahrungen genau vergliche, würde es gewiß bald einleuchten, daß die Verlängerung der Zwischenzeiten grade mit seiner zunehmenden Entfernung im Verhältnisse war, und daß dagegen bei seiner Annäherung gegen A die Schüsse grade eben so viel zu schnell auf einander zu folgen schienen, als sie vorhin bei größer werdender Entfernung sich verzögert hatten; er würde also, wenn er in die regelmäßige Zeitfolge der Schüsse selbst keinen Zweifel setzen könnte, schließen, der Schall gebrauche 20 Sekunden Zeit, um den Raum von B bis F zu durch-

laufen, weil er in F den Schall 20 Sekunden zu spät hörte und die Zeitbestimmung in allen andern Punkten ganz genau eine der Entfernung verhältnißmäßige Verspätung des Schalles ergiebt.

Ganz genau eine solche Erfahrung machten die Astronomen an den Verfinsterungen der Jupitersmonde. Der dem Jupiter nächste Mond wird regelmäßig bei jedem Umlaufe um den Planeten verfinstert, und wir können seinen Eintritt in den Schatten des Jupiters als eine Erscheinung betrachten, die in ganz genau abgemessenen Zeiträumen immer gleichförmig wieder eintritt. Bliebe also die Erde immer gleich entfernt vom Jupiter, oder pflanzte sich das Licht nicht nach und nach, sondern unendlich schnell fort, so müßten zwischen zwei auf einander folgenden von uns beobachteten Eintritten ganz genau gleiche Zeiten, nämlich 42 Stunden 28 Minuten verfließen. Das ist aber nicht der Fall, sondern wenn jetzt A (Fig. 16) den Jupiter mit seinen Monden vorstellt, und die Erde auf dem Kreise B C G fortgeht, so bemerkt man, daß die Zwischenzeiten zwischen zwei Eintritten dieses Mondes in den Schatten nur

dann strenge einander gleich sind, wenn die Erde unterdeß ihre Entfernung nicht merklich ändert. Wenn die Erde in B ist, so geht sie zwar in $42\frac{1}{2}$ Stunden auf ihrer Bahn fast 2 Grade fort; aber es ist einleuchtend, daß dabei ihre Entfernung vom Jupiter fast gar nicht geändert wird, indem B und b fast genau gleich entfernt von A sind. Hier also beobachten wir die Zwischenzeiten der Verfinsterungen genau so groß, als sie wirklich sind; denn wenn auch wegen langsamen Fortgehens des Lichtes der letzte Strahl des verschwindenden Mondes erst einige Minuten zu spät uns merklich wird, so ist doch diese Verspätung gleich groß, wir mögen uns in B oder b befinden. Anders verhält es sich, wenn ein Vierteljahr später die Erde in D angekommen ist. Dann trägt die gesammte Bewegung der Erde zu Vergrößerung der Entfernung vom Jupiter bei, und wenn die Erde sich in der Zwischenzeit zweier Verfinsterungen von D bis d bewegt hat, so hat ihr Abstand vom Jupiter um etwa 600000 Meilen zugenommen, und die Zeit von einer Verfinsterung zur nächsten wird nun nicht mehr 42 Stunden 28 Minuten seyn, sondern um so

viel größer als die Zeit ist, welche das Licht nöthig hat, jene 600000 Meilen zu durchlaufen. Die Beobachtung zeigt wirklich, daß die Zwischenzeit bei dieser Stellung der Erde fast um $\frac{1}{4}$ Minute zu groß ist; und da wir eben so ein halbes Jahr später in G bemerken, daß die Zwischenzeit um fast $\frac{1}{4}$ Minute zu klein beobachtet wird, so ist es deutlich genug, daß diese Unterschiede von der zwar sehr schnellen, aber doch allmähligen, eine merkliche Zeit erfordernden Fortpflanzung des Lichtes herrühren. Dieser Schluß bestätiget sich nun durch alle bei verschiedenen Stellungen der Erde angestellten Beobachtungen, indem diese aufs genaueste berechneten Verfinsterungen des ersten Jupitersmondes (und so auch der übrigen Monde) ein wenig später oder ein wenig früher als sie sollten, beobachtet werden, ganz genau in dem Verhältnisse, wie es die zunehmende oder abnehmende Entfernung der Erde erfordert.

Das Licht pflanzt sich also allmählig fort. Zwar ist seine Bewegung viel zu schnell, um auf Entfernungen von wenigen Meilen merklich zu seyn; aber doch nicht so schnell, daß seine Bewegung nicht in einem bestimmbaren Verhältnisse

gegen die ebenfalls große Geschwindigkeit der Erde stände. Eine genaue Vergleichung der Beobachtungen zeigt, daß das Licht um die ganze Entfernung von der Sonne bis zur Erde zu durchlaufen 8 Minuten 13 Sekunden nöthig hat und folglich in einer Sekunde 40540 geographische Meilen durchläuft, also etwa 10000 Mal so schnell als die Erde in ihrer Bahn fortgeht. Wir können hiernach, wenn wir die Entfernung des nächsten Fixsterns auch nur zu einer Billion Meilen anschlagen, berechnen, daß das Licht fast ein Jahr nöthig hat, um von ihm zu uns zu gelangen, und daß folglich, wenn wir an dem nächsten Fixsterne eine plötzliche Abnahme an Licht bemerkten, diese nicht in dem Augenblicke der Beobachtung erfolgt, sondern schon ein Jahr früher sich ereignet hat. Bei entfernteren Sternen wird dieser Unterschied zwischen dem wirklichen Eintreten der Veränderung und unsrer Beobachtung derselben immer merklicher, und da es Himmelskörper giebt, die gewiß viel tausendmal entfernter sind, als der nächste Fixstern, so kann es wohl seyn, daß die Aenderungen, welche wir an diesen bemerken, sich lange vor den Zeiten zugetragen haben, in

welche wir den Ursprung des Menschengeschlechtes zu setzen pflegen.

Sechs und vierzigster Brief.

Die Frage, deren Beantwortung uns heute beschäftigen wird, ist, wie wir unser Fernrohr bei Beobachtung eines Sternes richten müssen, um, wenn mir dieser Ausdruck vergönnt ist, den zu uns herüberströmenden Lichtstrahl richtig aufzufangen. Um diese Frage mit ganz bekannten Beobachtungen in nähere Verbindung zu setzen, denken Sie Sich ein völlig offenes Schiff, wo außer einer grade aufrecht stehenden Wand nichts vorhanden ist, was den Reisenden gegen die Witterung zum Schutze dienen könnte. Dieses Schiff werde bei der völligsten Windstille während eines Regens gleichförmig fortgerudert, so wird jeder darauf denken, wo möglich, hinter jener Wand einigen Schutz vor dem Regen zu finden. Hat die Wand eine gegen die Richtung der Bewegung des Schiffes senkrechte Stellung, oder reicht sie, wie wir es gewöhnlich nennen würden,

quer über das Schiff, so weiß jeder sogleich, daß er, um gegen den Regen geschützt zu seyn, sich auf die nach dem Hintertheile des Schiffes gekehrte Seite der Wand begeben muß und daß er dort um desto sicherer geschützt ist, je schneller das Schiff fortbewegt wird. So lange das Schiff in Ruhe ist, fällt der bei völliger Windstille herabströmende Regen gewiß an beiden Seiten der vertikalen Wand gleich herab; aber sobald das Schiff anfängt sich fortzubewegen, fängt die Wand alle die Tropfen auf, die nahe an ihrer Vorderfläche herabfallen und diese an der Vorderfläche klebenden Tropfen erreichen nicht den Boden des Schiffes, welcher also da, wo sie hinfallen sollten, trocken bleibt.

Es stelle (Fig. 17) A B die horizontale Oberfläche des Schiffes, C D die Wand vor, welche nach und nach in e f, g h, i k rückt. Wir wollen setzen, jeder Regentropfen habe 3 Sekunden nöthig, um von der Spitze der Wand bis zum Boden mit unveränderter Geschwindigkeit herab zu fallen, und die Wand rücke in einer Sekunde nach e f, in der zweiten nach g h, in der dritten nach i k: so läßt sich folgendes leicht übersehen. Der in D ankommende

Regen-

Regentropfen findet, da die Wand sogleich unter ihm weg nach f hin rückt, gar kein Hinderniß, sondern erreicht in C den Boden; aber in den 3 Sekunden, welche unterdeß verfließen, ist der Fuß der Wand nach i gelangt und der Zwischenraum i C wird also ganz trocken bleiben. Alle Tropfen nämlich, die zwischen D und k in dem Augenblicke herabzufallen anfangen, da die Wand von D C an fortrückt, erreichen gar nicht den Boden, sondern bleiben an der Vorderseite der Wand kleben. Der Tropfen f ist in einer Sekunde nach l gelangt; aber in eben dem Augenblick kommt die Wand in e f an, und der Tropfen bleibt also in l an der Oberfläche der Wand hängen. Der Tropfen h ist in 2 Sekunden bis m gelangt, und hier ereilt ihn die Wand, die nun sein weiteres Fallen hindert; und eben so geht es für alle Tropfen bis zu dem Tropfen k hin, welcher grade den Boden in i erreicht, indem die Wand dort ankommt. Da während der beständig dauernden Bewegung diese Umstände immer statt finden: so folgt, daß der Raum i k C gar keinen Regentropfen enthält, indem die Wand sich in i k befindet, und daß folglich ein eben solcher Raum fortdauernd gegen

den Regen geschützt ist, so lange das Schiff mit eben der Schnelligkeit fortrückt. Würde das Schiff schneller fortbewegt, so wäre die Breite i C des trocknen Raumes größer und im entgegengesetzten Falle kleiner, so daß die Richtung der Linie k C von dem Verhältnisse der Geschwindigkeit des Schiffes zur Geschwindigkeit der Regentropfen abhängt.

Man könnte fragen, in welcher Richtung muß ich auf diesem Schiffe ein langes Rohr aufstellen, damit der herabfallende Tropfen, dessen Bewegung hier immer als gleichförmig angesehen wird, immerfort in der Mitte oder in der Axe des Rohres bleibe und so den Boden des Schiffes erreiche, ohne die Wände der Röhre zu benetzen? — Es ist klar, daß das Rohr in der Richtung k C muß aufgestellt werden; denn nun fällt bei k ein Tropfen ein, und während dieser bis n herabgesunken ist, hat das Rohr die Stellung e n o erreicht, so daß der Tropfen sich noch in der Axe des Rohrs befindet; nach 2 Sekunden ist der Tropfen in p angelangt und befindet sich noch in der Axe des Rohrs, und nach 3 Sekunden treffen der Tropfen und das Ende des Rohrs zugleich in i ein, wo also der

Tropfen den Boden berührt. Es ist einleuchtend, daß für alle Zwischenzeiten dasselbe gilt, und daß folglich das Rohr sich so über den fallenden Tropfen hinschiebt, daß es ihn immer in seiner Mitte behält. Fiele der Regen schneller herab, oder rückte dagegen das Schiff langsamer fort: so müßte man das Rohr der vertikalen Stellung näher bringen, und es ist leicht einzusehen, daß bei jedem bekannten Verhältnisse dieser Geschwindigkeiten der Neigungswinkel des Rohres völlig bestimmt ist.

Der eben betrachtete Fall hat die allergrößeste Aehnlichkeit mit der Beobachtung, auf welche wir grade kommen wollten. Denken wir uns nämlich den Lichtstrahl, oder, wie ich hier wohl sagen darf, die Lichttheilchen als zu uns herströmend, so müssen wir unser Fernrohr so richten, daß die am einen Ende hereinkommenden Lichttheilchen auch wirklich am andern Ende unser Auge treffen, oder daß sie, während ihres Laufes durch das Fernrohr, genau in der Axe bleiben, indem die Lichttheilchen, welche, wenn ich es so nennen darf, an den Wänden des Fernrohrs kleben bleiben, unser Auge nicht rühren, oder keine Empfindung des Sehens in uns

bewirken können. Bewegen wir uns also mit der Erde fort, während der Lichtstrahl sich dem Auge nähert: so dürfen wir dem Fernrohre nicht genau die Richtung geben, die es haben müßte, um bei ruhender Erde gegen den Stern, von welchem der Lichtstrahl ausgeht, gewandt zu seyn; sondern, wenn der Stern senkrecht über unsrer Bahn steht, so müssen wir das Fernrohr ein wenig vorwärts neigen, um den Strahl richtig aufzufangen. Und diese kleine Abweichung des Fernrohres von derjenigen Richtung, welche es auf einer ruhenden Erde haben sollte, ist nun das, was man die Abirrung oder Aberration des Lichtes nennt. Wir wollen jetzt sehen, wie diese während eines ganzen Umlaufes der Erde merklich werden muß.

Wir mußten, um den senkrecht herabfallenden Tropfen so aufzufangen, daß er genau in der Axe der Röhre fortgehe, die Röhre auf unserm Schiffe etwas vorwärts neigen, und zwar um desto weniger, je größer die Schnelligkeit des Tropfens war; da nun die Lichttheilchen mit einer überaus großen Schnelligkeit zu uns gelangen, mit einer Geschwindigkeit, gegen welche die Bewegung der Erde schon sehr unbedeutend wird,

so ist zuerst leicht zu übersehen, daß jene Neigung bei unsern Fernröhren nur unbedeutend seyn kann, daß aber dieses in der Sache selbst nichts ändert, und daß wir die Lichttröpfchen, mögen sie auch so zart und so schnell seyn, als sie wollen, ganz genau so in unsern Fernröhren auffangen, wie dort die Regentröpfchen. Eben so leicht aber erhellt nun auch zweitens, daß ich die Regentropfen in meiner vorwärts geneigten Röhre richtig auffange, mein Schiff mag stets in einerlei Richtung fortgehen, oder seine Richtung ändern, wofern nur die Geschwindigkeit des Schiffes und die Geschwindigkeit der Tropfen dieselben bleiben. Lasse ich also mein Schiff im Kreise herum fahren: so scheint es mir, während ich nach Süden schiffe, als komme der Regen von Süden her, während ich nach Westen schiffe, als komme er von Westen her, und so ferner; oder der immer grade senkrecht fallende Regen giebt mir, während ich einen ganzen Kreis vollende, die Erscheinung, als ob er nach und nach von verschiedenen Punkten herkomme, die in einem Kreise um mein Zenith herum liegen, weil mein den Regen auffangendes Rohr zuerst einen vom Zenith südlich liegenden Punkt trifft,

dann zu einem westlich vom Zenith liegenden Punkte übergeht, und so weiter. Ganz eben so geht es dem Astronomen, wenn er sein Fernrohr während eines ganzen Umlaufes der Erde nach einem Sterne richtet, der genau im Pole der Ekliptik steht oder senkrecht über der Ebne der Erdbahn. Ist dieser Stern so entfernt, daß von einer merklichen Parallaxe keine Rede seyn kann: so kommen seine Strahlen, wo sich auch die Erde in ihrer Bahn befinden mag, immer senkrecht auf die Erdbahn zu uns herab; und er würde uns folglich auf einer ruhenden Erde grade als senkrecht über der Ekliptik, das heißt, als von allen Punkten der am Himmel gezeichneten Ekliptik gleich entfernt erscheinen. Da aber die Erde sich bewegt, so müssen wir unser Fernrohr vorwärts neigen und der Stern scheint uns daher ein wenig gegen den Widder herabgerückt, wenn unsre Bewegung gegen den Widder zu geht; er scheint uns ein wenig gegen den Krebs herab gerückt, wenn wir uns gegen den Krebs hin bewegen; und so sehen wir ihn während eines ganzen Jahres einen Kreis um den Pol der Ekliptik durchlaufen. Die Bewegung des Sternes auf diesem Kreise hat einige Aehnlichkeit mit der,

welche wir als Parallaxe des Sternes neulich umständlich untersucht haben; aber sie ist darin verschieden, daß der Stern zu andern Zeiten gegen den Widder, Krebs u. s. w. herab gerückt scheint. Wenn sich (Fig. 13) die Erde in E C da befindet, wo, von der Sonne aus gesehen, der Steinbock liegt, so ist unsre Bewegung gegen Q hin gerichtet, wo der Widder steht, und folglich erscheint uns jetzt, vermöge der Abirrung des Lichtes, der Stern etwas gegen den Widder zu vom Pole der Ekliptik entfernt; dagegen würde ein Stern, dessen Parallaxe merklich wäre, uns zu eben der Zeit ein wenig gegen den Krebs hin vom Pole der Ekliptik entfernt erscheinen, wenn seine wahre Stellung in A senkrecht über dem Mittelpunkte der Erdbahn wäre; und so ergiebt sich, daß die kleinen Abweichungen von der wahren Richtung im einen Falle merklich anders als im andern erscheinen, so daß Parallaxe und Aberration sich sehr wohl unterscheiden lassen.

Da ich bisher immer nur von einem im Pole der Ekliptik stehenden Sterne gesprochen habe, so ist es doch wohl nöthig, noch einige Worte über andre Fälle beizufügen. Liegt der Stern in der Ebne der Ekliptik so entfernt, daß keine Parallaxe

merklich ist: so kommen (Fig. 14) seine Strahlen aC, AD, aE nach parallelen Richtungen zur Erde, und der Stern sollte uns also immer im Nullpunkte des Widders erscheinen, wenn dieß irgend einmal der Fall ist. Befindet sich nun die Erde in C oder in E, so macht die allmählige Fortpflanzung des Lichtes hierin keine Aenderung; denn da wir in C gegen den Stern zu gehen, so schiebt sich unser genau auf ihn gerichtetes Fernrohr wegen der Bewegung der Erde nur etwas schneller über die forteilenden Lichttheilchen hin, und es bedarf keiner seitwärts gewandten Richtung, um diese in der Axe des Fernrohrs zu erhalten, und eben so wenig ist diese in E nöthig, wo wir uns grade von dem Sterne weg bewegen. In beiden Punkten der Erdbahn sehen wir also den Stern an seiner wahren Stelle. Dagegen müssen wir in D unser Fernrohr ein wenig vorwärts richten, um das Lichttheilchen in der Axe unsers Fernrohrs zu erhalten, und folglich wird, indem wir uns, von der Sonne aus gesehen, im Widder befinden, der Stern ein wenig vom Nullpunkte des Widders gegen den Krebs hin vorgerückt erscheinen; das Gegentheil fände in B statt, und folglich

rücket der Stern scheinbar auf einem kleinen Bogen der Ekliptik hin und her, dessen äußerste Punkte er erreicht, wenn die Erde in D und B ist. Wenn wir im Gegentheil an die Fortpflanzung des Lichtes nicht dächten, sondern eine Parallaxe des Sternes vermutheten: so würden wir erwarten, von D aus ihn in seiner richtigsten Richtung nach A zu erblicken, von C aus ihn am weitesten gegen den Krebs vorwärts und von E aus am weitesten rückwärts gerückt zu sehen. So sind also auch hier die Erscheinungen in Hinsicht auf die Zeit, da sie sich ereignen, verschieden, und so würden sie es auf ähnliche Art bei den Sternen seyn, die in einer geneigten Richtung gegen die Erdbahn sich befinden, wie A (Fig. 15).

Die Beobachtungen zeigen nun wirklich, daß alle um den Pol der Ekliptik stehende Sterne einen solchen kleinen Kreis, alle der Ekliptik nähere Sterne eine Ellipse während eines Jahres zu beschreiben scheinen, daß diese Ellipse desto abgeplatteter ist, je näher der Stern der Ekliptik steht, und daß sie in eine grade Linie übergeht für Sterne, die sich in der Ekliptik selbst befinden. Der größte Durchmesser dieser

Ellipse ist, für alle Sterne gleich, 40 Sekunden groß, und daraus erhellt, so weit unsre Beobachtungen das zu bestimmen erlauben, daß das Licht aller Sterne mit gleicher Geschwindigkeit zu uns gelangt und zwar mit derselben Geschwindigkeit, welche wir aus den Beobachtungen der Jupitersmonde hergeleitet haben. *)

*) Es wäre zwar hier die rechte Stelle, um die Beobachtungen zu erwähnen, welche Biot in seiner Astronomie physique seconde Edition. Tom. III, p. 141. anführt; aber um sie zu erklären, müßte ich ein ganzes Buch über die Lehre vom Lichte voranschicken. Hier sei es genug zu erwähnen, daß jene Beobachtungen mir nicht die Lehre von der Geschwindigkeit des Lichtes zweifelhaft zu machen scheinen, sondern daß eher das Unerklärliche darin liegen möchte, daß wir uns von den Ursachen der Brechung des Lichtes eine unrichtige Vorstellung machen. Die von Biot und Arrago gegebene Erklärung und Vertheidigung der gewöhnlichen Ansicht ist schwerlich die richtige und hat in der That nur allzu sehr das Ansehen einer zu Gunsten der angenommenen Theorie hervorgesuchten Ausrede. Indeß ist so viel gewiß, wenn die Newtonianer hier einen Anstoß finden, so wird dieser sicherlich nicht durch die ganz unmathematische Ansicht des Herrn von Göthe gehoben. Man kann zwar mit Recht

Ich hoffe, daß diese Betrachtungen hinreichen, um Ihnen die Gründe zu entwickeln, worauf diese Kenntniß von der Geschwindigkeit des Fixsternlichtes beruht. Sie werden durch diese Darstellung zugleich überzeugt seyn, daß nicht eine Parallaxe der Fixsterne diese kleine Ortsveränderung bewirken kann; daß aber die Bewegung der Erde durch diese Beobachtung aufs neue bestätiget ist. — Vielleicht sollte ich noch einige Worte darüber beifügen, wie man die Beobachtung eines Planeten oder Kometen wegen der Fortpflanzung des Lichtes verbessern muß, daß man nämlich da zugleich darauf Rücksicht zu nehmen hat, daß der jetzt bei mir ankommende Lichtstrahl den Planeten schon vor mehreren

sagen, daß noch kein Mathematiker dem Herrn von Göthe volle Gerechtigkeit hat widerfahren lassen, und daß es Erscheinungen giebt, die täuschender als die von ihm selbst angeführten gegen die gewöhnliche Theorie der Farbenstrahlen zu sprechen scheinen; aber dennoch ist gewiß der verloren, welcher ohne Mathematik in mathematischen Lehren entscheiden will, und das wird, was die ungleiche Brechbarkeit der Farbenstrahlen betrifft, auch des Herrn von Göthe Schicksal seyn.

Minuten oder vielleicht vor einer Stunde verließ, also nicht von dem Punkte ausging, wo der Planet sich jetzt befindet, sondern von dem Punkte, wo er sich damals befand; aber ich denke, wir überlassen diese Verbesserung den Astronomen und begnügen uns, nur das Wesentlichste der Sache richtig zu übersehen.

Sieben und vierzigster Brief.

Alle kleine Aenderungen in der Stellung der Sterne, mit welchen ich Sie bisher unterhalten habe, lassen sich aus bekannten Ursachen erklären und sind offenbar keine eigenthümliche Bewegungen der Sterne; uns bleibt also noch immer die Frage übrig, ob denn die Fixsterne selbst uns durchaus nichts von eigener Bewegung zeigen? Wenn wir auf alles das zurückblicken, was wir als anscheinende Ortsveränderung der Sterne schon kennen: so läßt sich leicht und mit wenigen Worten zeigen, daß diese gewiß nicht ihren Grund in einer wahren Bewegung der Sterne haben; denn sie sind bei allen so gleich und

hängen mit der Stellung der Erde so klar zusammen, daß es thöricht wäre, ihren Grund wo anders als in der Stellung und Bewegung der Erde selbst zu suchen.

Das Zurückgehen der Nachtgleichenpunkte giebt den Schein, als ob alle Sterne eine mit der Ekliptik parallele Bewegung hätten; eine genauere Aufmerksamkeit zeigt, daß dieses davon herrührt, weil der Himmelspol nicht bei demselben Sterne bleibt; und da der Himmelspol nichts anders ist, als der Punkt, gegen welchen hin die Axe der Erde gerichtet ist, so hängt diese ganze Erscheinung bloß davon ab, daß die Erde und ihre Axe nicht genau von einem Jahrhundert zum andern einerlei Lage behält. Diese regelmäßige Aenderung in der Stellung der Erd-Axe, welche durch die abgeplattete Gestalt der Erde und durch die auf sie wirkende Attraktionskraft der Sonne verursacht wird und wegen der Einwirkung des Mondes um etwas weniges von der Gleichförmigkeit abweicht, *) läßt die Lage der Sterne unter einander und auch ihren Abstand von der Ekliptik völlig ungeändert, so daß

*) Diese kleine Störung heißt das Wanken der Erd-Axe.

man lange glaubte, der Pol der Ekliptik bleibe völlig strenge bei demselben Sterne und irgend ein Stern, der heute nördlich von der Ekliptik steht, bleibe immer mit strenger Genauigkeit um eben so viel von der Ekliptik entfernt. Genauere Beobachtungen lehrten nun zwar, daß die Lage der Sterne gegen die Ekliptik, oder die Breite der Sterne in Jahrhunderten sich ein wenig ändere; aber da auch diese Aenderung bei allen einander nahe stehenden Sternen dieselbe ist und sich völlig erklärt, wenn man annimmt, die Ebne der Erdbahn ändre ein wenig ihre Lage, so wäre es natürlich gewesen, auch hier an keine eigne Bewegung der Sterne zu denken, selbst wenn es nicht gelungen wäre, den Grund dieser Aenderung in der Lage der Erdbahn zu entdecken. Jetzt da wir wissen, wie sich die Schiefe der Ekliptik ändern muß, hört alle Vermuthung, daß eine eigne Bewegung der Sterne hierin kenntlich sei, ganz auf.

Auch die — freilich kaum bemerkbare und immer noch unsichere — jährliche Parallaxe der Sterne wird, wenn sie merklich ist, leicht von jeder eigenen Bewegung der Sterne zu unterscheiden seyn, weil ihre Periode zu auffallend

mit der jährlichen Bewegung der Erde zusammenhängt, als daß man sie verkennen könnte. Eben das gilt von der Bewegung, welche wir eben als Aberration des Lichtes betrachtet haben. Alle diese scheinbaren Bewegungen sind also durchaus **nur scheinbar**, und unsre Frage nach eignen Bewegungen der Sterne, welche ich vorhin aufwarf, ist bisher nicht beantwortet. Um sie zu beantworten, wäre es am passendsten, durch eine lange Reihe von Jahren immer zu derselben Jahrszeit gewisse Sterne zu beobachten, oder wenn Beobachtungen zu verschiedenen Zeiten des Jahres angestellt sind, sie durch Rechnung von der Abirrung des Lichtes und Parallaxe zu befreien, dann zu sehen, ob in den verschiedenen Jahren ihre Stellungen so sind, wie sie mit Rücksicht auf das Zurückgehen der Nachtgleichen, Wanken der Erd-Axe und Aenderung in der Schiefe der Ekliptik seyn sollten; und wenn sich dann eine Abweichung von diesen Stellungen findet, wenn diese Abweichung im Laufe der Jahre **regelmäßig** zunimmt, dann wäre man wohl berechtiget, eine eigne Bewegung derjenigen Sterne zu behaupten, an welchen solche Aenderungen wahrgenommen würden.

Die genauern Beobachtungen der neuern Astronomen haben b i einer Menge von Sternen solche eigne Bewegungen wahrzunehmen erlaubt, und so klein diese auch sind, so können sie doch lange fortgesetzten Beobachtungen nicht entgehen, weil die Ortsveränderung mit jedem Jahre merklicher wird. Man glaubte sonst Arkturus sei einer der Sterne, welche die meiste eigne Bewegung zeigen, indem seine eigne Bewegung $2\frac{1}{2}$ Sekunden jährlich beträgt; aber neuerlich hat man einige kleine Sterne fünfter Größe bemerkt, die viel bedeutender fortrücken, und unter diesen scheinen einer in der Cassiopea (μ der Cassiopea) und einer im Schwan (Nr. 61 im Schwane) die merkwürdigsten, da bei ihnen die eigenthümliche Bewegung 5 Sekunden und noch darüber beträgt. Der letztere hat noch eine besondre Merkwürdigkeit, die ich bald erwähnen werde. Diese Sterne rücken also jährlich ihren Nachbarn an der einen Seite näher und entfernen sich weiter von den Sternen, die an ihrer andern Seite stehen, so daß eine eigene Bewegung dieser Sterne fast als ganz gewiß erscheint.

Und dennoch wäre es möglich, daß auch diese Bewegung nur scheinbar wäre. Denn wer

kann

kann wissen, ob nicht die Sonne selbst mit dem ganzen Planetensysteme im Weltraume fortrückt, und ob nicht dadurch eine Parallaxe der Sterne auf eine ganz andre Weise, als wir es bisher vermutheten, entstehen kann? — In der That, es ist mehr als wahrscheinlich, daß alle Sterne sich bewegen und daß folglich auch unsre Sonne ihre Stelle im Weltraume ändert; denn, wofern die Sonnen auf einander eine anziehende Kraft ausüben, so ist es nicht wohl denkbar, daß diese verschiedenen Kräfte sich so einander das Gleichgewicht halten sollten, daß gar keine Bewegung entstände. Viel eher werden wir annehmen dürfen, daß auch diese Sonnen, so schwach auch ihre Wirkung auf einander in so großer Entfernung seyn mag, entweder um einander laufen, oder irgend einem Zuge dieser zahllosen anziehenden Körper folgen. Man hat mehrmals diese Betrachtungen weiter getrieben und sich einen bestimmten Körper gedacht, der in der Mitte ruhend durch eine überwiegende anziehende Kraft die übrigen Sonnen nöthige, eine regelmäßige Bahn um ihn zu durchlaufen; man hat diesem Körper eine ungeheure Größe zugeschrieben, weil er ohne diese wohl nicht mächtig genug auf so

entfernte Sonnen wirken könne; man hat vermuthet, dieser Centralkörper sei vielleicht dunkel, denn seine anziehende Kraft möge wohl so groß seyn, daß er die Lichttheilchen fest an sich halte und ihnen folglich nicht erlaube, sich von ihm zu entfernen und unser Auge zu rühren. Alles dieses sind bloße Vermuthungen, und es werden wohl einige Jahrhunderte erfordert, um darüber nur mit einiger Sicherheit etwas Näheres zu entscheiden. Als unmöglich läßt sich das Daseyn ganz dunkler Weltkörper nicht grade verwerfen; aber es wird uns immer sehr schwer werden, uns von ihrem Daseyn zu überzeugen, und dieses könnte wohl kaum auf eine andre Weise als dadurch geschehen, daß man Sterne auf lange Zeit verschwinden und endlich wieder hervorkommen sähe, und daß man dann aus den Umständen schlösse, ein undurchsichtiger Körper habe uns ihren Anblick entzogen. Wir wollen also diese Hypothesen bei Seite setzen und sehen, zu welchen Folgerungen die Beobachtungen selbst leiten.

Wäre wirklich die Bewegung unsrer Sonne Ursache der scheinbaren Bewegung der Fixsterne, so läßt sich übersehen, daß unter diesen Bewe-

gungen eine gewisse Uebereinstimmung herrschen müsse. Wenn die Sonne auf der graden Linie CD fortrückt (Fig. 18), so müssen die Sterne, denen wir uns nähern, etwas aus einander zu rücken, diejenigen hingegen, welche wir hinter uns lassen, sich einander zu nähern scheinen. Befinden wir uns in C und sehen senkrecht auf der Richtung unsers Weges die Sterne A, B neben uns: so muß, indem wir nach D zu gehen, der nähere B hinter dem entfernteren A zurückzubleiben scheinen, wie es die Gesichtslinien EB, EA für unsre Stellung in E ergeben. Wenn wir also den Stern am Himmel kennten, gegen welchen zu die Sonne mit allen ihren Planeten fortgeht: so müßten alle von uns nicht sehr entfernte Sterne sich von jenem zu entfernen oder genau gegen den Stern hin zu rücken scheinen, welchen wir genau hinter uns lassen. Das heißt mit andern Worten, wenn wir die kleinen Bogen, durch welche die einzelnen Sterne uns vermöge ihrer sogenannten eignen Bewegung fortzurücken scheinen, um den ganzen Himmel verlängern, so müßten die so entstehenden Kreise sich alle in einerlei Punkte durchschneiden, nämlich in dem Punkte, von welchem

weg und gegen welchen zu unsre eigne Bewegung gerichtet wäre, weil diese um den ganzen Himmel fort verlängerten Bogen die Wege angeben würden, worauf in längerer Zeit die einzelnen Sterne ihre Bewegung fortsetzen müßten.

Durch diese Betrachtungen geleitet kamen vor länger als 30 Jahren zwei Mathematiker, Herschel und Prevost, fast zu gleicher Zeit auf den Gedanken, die beobachteten eignen Bewegungen der Sterne zu benutzen, um daraus die Richtung der Bewegung unsers Sonnensystems herzuleiten. Sie fanden beide, daß bei weitem die meisten dieser eignen Bewegungen sich erklären ließen, wenn man annahm, wir selbst bewegten uns gegen das westliche Knie des Herkules zu; und die Wahrscheinlichkeit, daß dieses so sei, läßt sich noch immer nicht abläugnen. Wahr ist es freilich, daß eine bedeutende Anzahl von Sternen eine dieser Voraussetzung nicht entsprechende eigne Bewegung hat; aber es kann uns wohl nicht befremden, wenn die Sterne selbst eben so gut als unsre Sonne eine wahrhaft ihnen eigenthümliche Bewegung besitzen, wenn daher aus der Verbindung dieser Bewegungen eine schwer zu lösende Verwickelung ent-

steht; und wir müssen für jetzt wohl zufrieden seyn, wenn sich nur aus einer allgemeinen Hinneigung zu jenem Gesetze die Wahrscheinlichkeit ergiebt, daß unsre Sonne wirklich eine Bewegung nach jener Richtung hin habe. Mir ist nicht bekannt, daß man in den neuesten Zeiten die jetzt sehr vermehrte Zahl der Sterne, an denen eine eigne Bewegung beobachtet ist, vollständig mit jener Vermuthung verglichen habe; es wäre aber wohl der Mühe werth, dieses aufs Neue zu thun, und dadurch den Grad der Wahrscheinlichkeit jener Behauptung zu bestimmen, und vielleicht schon etwas bestimmtere Schlüsse über die wahrhaft eigenthümliche Bewegung mancher Sterne herzuleiten. Herschel hat dieses freilich vor einigen Jahren aufs Neue zu thun versucht; ich gestehe aber, daß sein Bemühen, die verhältnißmäßige wahre Geschwindigkeit der Sonne und mehrerer einzelner Sterne zu bestimmen, mir zu gewagt und auf zu vielen unsichern Vermuthungen zu beruhen scheint, als daß ich mich von der Sicherheit dieser Schlüsse überzeugen könnte. Für uns ist es auch wohl genug, die Hauptfolgerung herauszuheben, daß wirklich die Stern-

eine wahre, obgleich uns nur nach und nach merklich werdende Bewegung haben, und daß auch die Sonne eine solche, gegen den Herkules hin gerichtet, besitzt; wir können wohl die gut begründete Vermuthung hinzufügen, daß diese Bewegung eben so schnell und vielleicht schneller ist, als die Bewegung der Erde auf ihrer Bahn, weil die jährliche Fortrückung einiger Sterne mehr beträgt, als ihre jährliche Parallaxe wegen des Umlaufs der Erde; aber alles Genauere über diesen Gegenstand müssen wir künftigen Bestimmungen überlassen.

Acht und vierzigster Brief.

Obgleich wir völlig ungewiß darüber sind, ob unsre Sonne sich um einen Centralkörper bewegt, und ob die eignen Bewegungen, von welchen ich Sie neulich unterhalten habe, Umläufe um einen solchen Körper andeuten: so ist es gleichwohl gewiß, daß es einige Fixsterne giebt, welche sich durch Bewegung um andre Fixsterne

auszeichnen. Dieses sind die Doppelsterne, welche uns heute beschäftigen sollen.

Unsre Sonne steht als ein einzelner Stern im Weltraume, sehr entfernt von andern Sternen. Sie haben gesehen, daß noch kein Stern mit Sicherheit bekannt ist, der weniger als eine Billion Meilen von uns entfernt wäre, und wir sind also berechtiget, die Einwirkung der nächsten Sterne auf unsre Sonne als sehr unbedeutend, sie fast als völlig unabhängig von jenen anzusehen. Allem Anschein nach ist der größere Theil der uns umgebenden Sterne auf ähnliche Art isolirt, oder jeder durch unermeßliche Räume von seinen nächsten Nachbaren getrennt. Jeder mag also seine eigne, durch andre Kräfte bewirkte Bewegung haben; aber daß einer dieser Sterne mit einem seiner Nachbaren ein abgesondertes System bilde, sich regelmäßig um ihn bewege, das hat wenige Wahrscheinlichkeit.

Aber nicht alle Sterne stehen so einzeln am Himmel zerstreut, daß wir glauben könnten, jeder wäre von seinem Nachbar viele Millionen oder Billionen Meilen entfernt; vielmehr giebt es Hunderte von Sternen, die einen oder einige Sterne so nahe neben sich haben, daß wir fast

genöthiget sind, eine Verbindung dieser Sterne unter einander anzunehmen. Es ist wahr, daß diese Erscheinung eines Doppelsternes (denn so nennen wir diese einander sehr nahe stehenden Sterne,) wohl entstehen könnte, wenn zwei Sterne nicht nahe neben einander, sondern fast nach derselben Richtung hin in weiten Entfernungen hinter einander ständen, und manche anscheinende Verbindung mehrerer Sterne zu einem doppelten oder vielfachen Sterne mag wohl nur in diesem Zufalle ihren Grund haben; aber die Doppelsterne sind viel zu zahlreich am Himmel, als daß wir sie alle durch einen solchen Zufall erklären könnten. Denn wenn wir auch bei der ungleichen Austheilung der Sterne über den ganzen Himmel annehmen wollten, daß der Zufall mehrmals einige so gestellt hätte, daß sie uns fast genau hinter einander lägen: so wäre doch erstlich schon das höchst unwahrscheinlich, daß dieser Zufall sich oft finden sollte, daß einige hundertmal Sterne bis auf wenige Sekunden einander nahe liegen sollten, während andre bedeutende Plätze am Himmel ganz leer sind; aber noch unwahrscheinlicher wäre es, daß, wie das doch oft der Fall ist, zwei solche in ungleichen

Entfernungen stehende Sterne uns gleich groß erscheinen sollten, folglich genau in ihrer wahren Größe so verschieden seyn müßten, wie es ihrer ungleichen Entfernung gemäß ist. Wenn wir also auch gar keine andern Gründe hätten, so würden wir uns doch schon bewogen finden, die Doppelsterne für wirklich verbundene Weltkörper zu halten, zu glauben, daß sie einander näher stehen, als irgend ein Fixstern unsrer Sonne steht. Aber diese Ueberzeugung wird nun dadurch ganz gewiß, daß wir schon mehrere Doppelsterne kennen, wo beide Sterne eine gleiche eigene Bewegung haben. Wir mögen diese Bewegung aus dem Fortrücken unsres Sonnensystems herleiten, oder eine wahrhaft eigne Bewegung der Sterne annehmen: so ist der Schluß fast ohne Zweifel richtig, daß zwei zu einem Doppelsterne vereinigte Sterne wirklich einander nahe stehen, wenn sie uns mit gleicher Bewegung unter ihren Nachbaren fortzurücken scheinen. Denn ist diese Bewegung nur scheinbar, bloße Folge unsres eignen Fortrückens, so würde ja der nähere nothwendig mehr als der entferntere seine scheinbare Stellung ändern müssen; und ist diese Bewegung eine wahrhaft

eigenthümliche, so ist es wenigstens im allerhöchsten Grade unwahrscheinlich, daß der entferntere grade so viel schneller, nach eben der Richtung mit dem näheren fortrücken sollte, als erfordert würde, um für uns ein gleiches Fortrücken beider zu bewirken. Nach diesen Gründen können wir schon mehrere Sterne mit Gewißheit als einander nahe stehend angeben, und ihre Verbindung wird dadurch noch gewisser, daß manche Doppelsterne sich um einander bewegen. Der Stern Kastor in den Zwillingen ist ein Doppelstern, der seine Stelle merklich geändert hat, ohne daß einer dieser Sterne den andern verlassen hätte; sie sind also ohne Zweifel einander nahe; und da sie nach Herschels Beobachtungen, denen Bradleys Beobachtung zur Bestätigung dient, ihren Stellungswinkel gegen einander geändert haben, ohne ihre Entfernung zu ändern, so scheint der eine sich um den andern zu bewegen. Herschel folgert aus den Beobachtungen, daß der eine in einer fast kreisförmigen Bahn in etwa 340 Jahren um den andern laufe. Etwas ganz Aehnliches findet Bessel aus den Bewegungen des Sternes (Nr. 61) im Schwane. Ich habe schon vorhin erwähnt, daß er fast unter

allen bekannten Sternen die stärkste eigne Bewegung hat, und daß er durch einen besondern Umstand vorzüglich merkwürdig werde. Dieser Umstand ist, daß er einen kleineren Stern, welcher ihm sehr nahe steht, nicht verlassen hat, sondern daß beide seit hundert Jahren in Beziehung auf benachbarte Sterne eine beinahe gleiche Verrückung von etwa 10 Minuten (ein Drittheil des Monddurchmessers) erlitten haben; und dann, daß dieser kleinere Stern um den größern eine regelmäßige Bahn zu durchlaufen scheint, die er etwa in 350 bis 400 Jahren vollenden mag. Die starke eigne Bewegung dieses Doppelsternes läßt vermuthen, daß er uns ziemlich nahe ist, und das um so mehr, da diese Bewegung größtentheils mit derjenigen übereinstimmt, welche ein dort stehender, nicht sehr entfernter Stern wegen der eignen Bewegung unsers Sonnensystems, wenn dieses gegen den Herkules zu rückt, haben muß. Wir dürfen daher vielleicht hoffen, daß an diesem Sterne, der jetzt die Aufmerksamkeit der Beobachter so sehr auf sich gezogen hat, eine jährliche Parallaxe, nämlich eine solche, die von der Stellung der Erde in ihrer Bahn abhängt, gefunden werde; und wäre das der Fall,

so würde nicht nur unsre Kenntniß von der Entfernung der nächsten Sterne hierdurch berichtiget, sondern wir könnten dann auch hoffen, die wahre eigene Geschwindigkeit der Sonne, mit welcher sie nämlich gegen den Herkules hin fortgeht, bald mit einiger Genauigkeit zu bestimmen. Diese Entdeckung eines so merklich fortrückenden Doppelstern-Systems, welche durch Bessel zuerst bekannt gemacht ist, auf die aber auch Piazzi, wie er versichert, schon früher geleitet war, gehört also schon jetzt zu den merkwürdigsten, und ihr Werth würde sich noch erhöhen, wenn Bessels Vermuthung sich richtig zeigte, daß noch mehrere kleine Sterne, die in der Nähe stehen, mit zu dem Systeme gehören.

Aber diese Doppelsterne sind nicht die einzigen, welche wahrscheinlich regelmäßige Bahnen um einander durchlaufen. Herschel theilt eine Menge von Beobachtungen dieser Art mit, die er an Doppelsternen in Beziehung auf ihre Stellung gegen einander angestellt hat; und obgleich seine sorgfältige Ueberlegung aller Umstände zeigt, daß bei manchen derselben die wahre Bewegung unseres Sonnensystems vielleicht allein zu einer anscheinenden Aenderung der Stellung hinreicht,

so bleiben doch viele übrig, die wir fast mit Sicherheit als wahre Doppelsterne, das heißt, als ein aus zwei oder mehreren Sonnen bestehendes System betrachten und wo wir Umläufe der einen um die andre, oder beider um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt behaupten dürfen.

Ich will Sie nicht mit dem Einzelnen dieser Beobachtungen, auch nicht mit den Ueberlegungen, ob die Bewegung unsrer Sonne zu Erklärung der anscheinenden Bewegung jener Sterne ausreicht, unterhalten, und eben so wenig Ihnen die mannichfaltigen Bewegungen aus einander setzen, welche bei Systemen von zwei und mehreren, an Größe ziemlich gleichen Sonnen statt finden können. Dagegen mögen noch einige Sonderbarkeiten hier stehen, welche sich unter diesen Beobachtungen finden. Die beiden Sterne in dem Doppelsterne (ε) des Bootes sind an Farbe verschieden, so daß ihr Ansehen an eine Sonne mit einem um sie laufenden Planeten erinnert; — die Umlaufszeit muß etwa 170 Jahre betragen. Ein ähnlicher Unterschied im Lichte der neben einander stehenden Doppelsterne findet bei einem Sterne (γ) in der Andromeda statt; diese Sterne sind fast gleich an Größe,

aber ungleich an Farbe, und die Umlaufszeit um einander (worüber noch Ungewißheit ist,) scheint sehr lang zu seyn. Die beiden Sterne, welche den Doppelstern (ζ) im Herkules bilden, standen (nach Herschel) im Juli 1782 zwar einander sehr nahe, aber ihr Abstand von einander war doch deutlich zu erkennen; der größere hatte eine schöne bläulicht weiße, der kleinere eine Asch-Farbe. Im Jahre 1795 war der kleine Stern nur mit Mühe zu erkennen; im Jahre 1802 war er nicht mehr als abgesondert zu erkennen, sondern der Stern schien eine verzogne Gestalt zu haben, etwas länglicht zu seyn. Hier ist also eine Bedeckung eines Sternes durch seinen Nachbar vorgegangen, und wahrscheinlich wird nach einigen Jahren der eine Stern sich wieder von dem andern trennen.

Unter allen von Herschel beobachteten Sternen ist einer (ρ) im Schlangenträger derjenige, dessen Nebenstern sich am schnellsten, vielleicht in 80 Jahren um ihn zu bewegen scheint. Wir dürfen freilich nicht mit Sicherheit hierüber entscheiden, da länger fortgesetzte Beobachtungen nöthig sind, um zu zeigen, ob beide

Sterne wirklich zusammen gehören; denn wäre das nicht, so könnte die eigene Bewegung des einen ihn wohl vor dem sehr viel entfernteren andern vorüber führen, und so den Anschein, als ob jener andre eine Bahn um ihn beschriebe, veranlassen. Daß so etwas vorkommen könne, beweiset der helle Stern Rigel im Fuße des Orion, welcher sich von seinem Nebensterne, der das Ansehen eines Begleiters hat, eben so gut als von den übrigen an derselben Seite neben ihm stehenden Sternen entfernt, so daß hier also gewiß keine Verbindung zu einem Systeme statt findet.

Neun und vierzigster Brief.

Ich habe Sie wohl einmal mit der Frage unterhalten, welche Gegenstände unsre Teleskope uns auf dem Monde, oder auf den Planeten zu sehen verstatten; eine ähnliche Frage können wir in Beziehung auf die Fixsterne aufwerfen, nur mit dem Unterschiede, daß hier gar nicht mehr von einzelnen Gegenständen auf

den Fixsternen die Rede seyn kann, sondern wir vielmehr uns begnügen müssen zu fragen, welche Fixsterne uns allenfalls noch kenntlich werden können, oder bis zu welchen Entfernungen etwa unser Blick im Raume vorzudringen vermag.

Unser bloßes Auge unterscheidet Fixsterne verschiedener Größe, die wir erster, zweiter, dritter Größe u. s. w. nach der Abstufung ihres immer geringeren Glanzes nennen. Stellen wir uns vor, alle diese Sterne wären im Mittel gleich groß, das heißt, es wären unter den Sternen dritter oder sechster Größe eben so viele, welche an wahrer Größe und an Glanze die Sterne erster Größe übertreffen, als welche geringer wie diese sind: so können wir mit Recht sagen, ihre Kleinheit oder der schwächere Eindruck auf unser Auge hänge vorzüglich von der größern Entfernung ab; und im Allgemeinen wird dieser Schluß wohl als der Wahrheit gemäß zu betrachten seyn, wenn gleich gewiß einzelne Sterne bedeutende Ausnahmen machen mögen.

Auf diese Betrachtung gründet sich die Behauptung, daß die Sterne, welche wir sechster Größe nennen, wenn diese Benennung strenge richtig wäre, sechsmal so entfernt, als die Sterne

erster

erster Größe seyn müssen. Diese Sterne sechster Größe sind selbst für recht gute Augen die kleinsten noch ohne Fernrohr erkennbaren Sterne, und sie geben uns also die Gränze der Entfernung an, wohin unser bloßes Auge noch dringt, oder wo es noch einzelne Sterne erblickt; was über diese Gränze hinaus liegt, das können wir nur durch Fernröhre entdecken.

Aber auf welche Weise wirken hier die Fernröhre zu Verstärkung unsers Auges? Bloße Vergrößerung würde wenig helfen; denn wenn ein Stern zu wenig Licht hat, um überhaupt unser Auge zu rühren, so wird es nichts helfen, wenn wir, wie bei der Vergrößerung geschieht, sein Bild zwar ausgedehnter, aber zugleich blässer machen, indem wir das Licht auf die einzelnen Theile des größern Bildes vertheilen. Soll also ein Fernrohr kleine Sterne zeigen, so muß es vorzüglich durch größere Lichtstärke sich auszeichnen. Worauf die größere Lichtstärke eines Fernrohres beruht, habe ich Ihnen schon im Anfange dieser Reihe von Briefen zu zeigen gesucht. Es ist bekannt, daß wir im Dunkeln fast gar nichts sehen, wenn wir eben uns in einem stark erleuchteten Zimmer befunden haben, und daß, wie wir

wohl sagen, unser Auge sich allmählig an die Dunkelheit gewöhnen muß, um die sehr schwach erleuchteten Gegenstände doch endlich wahrzunehmen. Dieses Gewöhnen des Auges besteht darin, daß die Oeffnung unsers Auges, durch welche die Lichtstrahlen zu dem Krystall und endlich zu der zarten Netzhaut gelangen, wo sie die Empfindung des Sehens bewirken, sich sehr verkleinert hatte bei starkem Lichte und sich nun in der Finsterniß allmählig erweitert. Bringen wir also unser Auge plötzlich in einen dunkeln Raum, so können durch die kleine Oeffnung der Pupille nur wenige Strahlen eindringen, deren Vereinigung auf der Netzhaut uns keine hinreichend lebhafte Empfindung von matt erleuchteten Gegenständen verschafft; diese Empfindung wird dagegen lebhafter, oder das Bildchen auf der Netzhaut wird stärker erleuchtet, wenn die Oeffnung der Pupille allmählig im Dunkeln sich erweitert, also mehr Lichtstrahlen eindringen können; und es läßt sich wohl übersehen, daß eine doppelt so große Oeffnung der Pupille uns erlauben wird, Gegenstände zu erkennen, die halb so stark erleuchtet sind, als es die seyn mußten, welche wir bei nur halb so großer Oeffnung der

Pupille erkannten. So dürften wir also schließen, daß unser Auge noch Sterne doppelt so lichtschwach, als die sechster Größe, erkennen würde, wenn wir Mittel hätten, doppelt so viele Strahlen in unserm Auge zu vereinigen, oder das Bildchen auf der Netzhaut doppelt so lebhaft zu machen. Dieses Mittel geben uns nun die Fernröhre, welche die sämmtlichen auf ihrem Vorderglase (Objektivglase) aufgefangenen Strahlen so vereinigen, daß sie alle zur Erleuchtung oder Verstärkung des Bildes im Auge beitragen. Ein Objektivglas von 12 Zoll Durchmesser empfängt 3600mal so viel Strahlen, als die bloße Oeffnung der Pupille, und es würde also, wenn nicht der Durchgang durch die Gläser das Licht bedeutend schwächte, ein Fernrohr mit einer solchen Oeffnung die Gegenstände in diesem Verhältnisse lebhafter zeigen. Der Spiegel des Herschelschen 40füßigen Teleskopes hat 48 Zoll Durchmesser, und müßte folglich die Gegenstände 57000mal so glänzend zeigen, als das bloße Auge sie erblickt, wenn dieses gesammte Licht ins Auge gelangte. Dieses ist nun zwar nicht der Fall, weil bei der Zurückwerfung vom Spiegel und beim Durchgange durch Gläser das Licht

sehr geschwächt wird; aber dennoch kann man fast zwei Drittheil jener Lichtstärke als wirklichen Erfolg betrachten und daher annehmen, daß dieses Instrument die Gegenstände beinahe 40000 Mal so glänzend zeige, als das bloße Auge sie erblickt.

Diese starken Instrumente setzen uns also in Stand, Gegenstände zu erkennen, die so überaus lichtschwach sind, und es läßt sich nun ohngefähr bestimmen, wie weit entfernt ein Stern sechster Größe stehen könnte, um noch mit diesem Instrumente erkannt zu werden. Die Lichtstrahlen, welche von einem leuchtenden Gegenstande ausgehen, verbreiten sich in größerer Entfernung über einen immer größern Raum, und zwar so, daß die Erleuchtung in der doppelten Entfernung nur $\frac{1}{4}$ so stark, in der zehnfachen Entfernung nur $\frac{1}{100}$ so stark, in der 200fachen Entfernung nur $\frac{1}{40000}$ so stark ist; *) und hierauf gründet sich die Behauptung, daß jenes größeste Teleskop Herschels einzelne Sterne noch erkennen läßt, und noch so hell zeigt, wie wir mit bloßem Auge Sterne sechster Größe sehen, wenn diese Sterne etwa 200mal so weit als

*) Vergl. den 19ten Brief im dritten Bande.

Sterne sechster Größe entfernt sind, das heißt doch wenigstens, wir erkennen einzelne Sterne mit Hülfe dieses Fernrohrs noch bis zu 10000 Billionen Meilen Entfernung, wenn wir auch den Sternen sechster Größe nur eine Entfernung von 50 Billionen Meilen beilegen wollen. Und wenn wir auch bei kleinern Instrumenten stehen bleiben, deren Herschel, Schröter und Reichenbach mehrere besitzen, so können wir doch selbst für Teleskope von 20 bis 25 Fuß Länge und 2 Fuß breitem Spiegel 5000 Billionen Meilen, und für achromatische Fernröhre von 8 Zoll Objektiv-Oeffnung *) wenigstens 2000 Billionen Meilen als Gränze bis zu welcher unser Auge einzelne Sterne erkennt ansetzen.

In diesen Entfernungen sind einzelne Sterne, welche an wahrem Glanze unsrer Sonne gleichen, noch für uns erkennbar, und wir dürfen daher schließen, daß zusammengedrängte Haufen von Sternen in noch größern Entfernungen sichtbar bleiben. Es giebt mehrere Sternhaufen, deren einzelne Sterne viel zu klein sind, um vom bloßen Auge gesehen zu werden, und die den-

*) Wie Reichenbach und Frauenhofer sie verfertigen.

noch vereinigt einen sehr lebhaften Eindruck auf unser Auge machen, z. B. der Sternhaufen im Krebse, und der im Degengriff des Perseus; und eben so giebt es Sternhaufen, die nur durch ihr vereinigtes Licht den mächtigsten Fernröhren bemerkbar werden. Nimmt man einen solchen neblichten Sternhaufen, dessen einzelne Sterne selbst das größeste Herschelsche Fernrohr nicht mehr zu erkennen erlaubt, auch nur zu 5000 Sternen an, und manche derselben enthalten viel mehrere, so läßt sich schließen, daß dieser Sternhaufen in einer 70mal so großen Entfernung *) als ein einzelner Stern noch sichtbar seyn wird, daß also der Gesichtskreis des Herschelschen 40füßigen Teleskops sich auf 700000 Billionen Meilen, und der Gesichtskreis andrer starker Fernröhre wenigstens auf 100000 und mehr Billionen Meilen erstreckt, wenn es darauf ankommt, ganze Sternenheere von 5000 und mehr Sternen zu entdecken.

Wenn wir diese Entfernungen mit der Geschwindigkeit des Lichtes vergleichen, so folgt, daß von dem äußersten Sterne, den unsre stärksten Fernröhre noch einzeln erkennen, das Licht

*) Weil 70mal 70 = 4900, beinahe 5000 beträgt.

in etwa 7000 Jahren zu uns gelangt, und daß 500000 Jahre verfließen, ehe ein Lichtstrahl von jenen entfernten Welten zu unserm Auge kommt, die zu entfernt, um noch einzeln erkannt zu werden, nur dadurch, daß sie in Systeme von vielen tausenden vereinigt sind, unser Auge rühren.

Ich würde hier diese Betrachtungen endigen, wenn es nicht doch der Mühe werth schiene, noch die Frage zu beantworten, ob es menschlichen Augen und menschlicher Kunst wohl gelingen wird, noch tiefer in die Ferne zu dringen, und ob es eine Gränze hierfür gebe. Was dem menschlichen Fleiße in Verbesserung der Instrumente im Laufe der Zeiten möglich seyn werde, darüber läßt sich schwerlich etwas bestimmen; aber ein andrer Grund wird, wie Herschel bemerkt, wohl nie erlauben, eine Lichtstärke, welche viel über das fünf- oder sechsfache der im 40füßigen Teleskop erreichten steigt, anzuwenden. So dunkel uns auch in einer heitern Nacht der Raum zwischen den Sternen vorkommt, so ist doch klar, daß er mit einem matten Lichte, nämlich dem durch die Atmosphäre zurückgeworfenen Sternenlichte, erhellt seyn muß, und daß dieses, gleich

einer schwachen Dämmerung, den ganzen Himmel überglänzt. Je lichtstärker nun unsre Fernröhre werden, desto lebhafter wird auch diese Dämmerung; so daß in den stärksten Fernröhren, so wie wir sie jetzt besitzen, der Raum zwischen den Sternen schon sehr dämmericht erscheint, und große Sterne ihren Eintritt in das Feld des Fernrohrs durch eine Art von Morgenröthe lange voraus verkündigen. Verstärken wir also unsre Fernröhre noch mehr, so wird endlich diese allgemeine Dämmerung die kleinsten Sterne überglänzen und damit die äußerste Gränze des Eindringens in größere Fernen erreicht seyn. Herschel glaubt, daß es aus diesem Grunde unmöglich seyn wird, Sterne oder Sternhaufen zu entdecken, die viel über das Doppelte der Entfernung hinausliegen, zu deren Durchforschung, wie wir gesehen haben, das 40füßige Teleskop hinreicht. Aber wir dürfen dieses eben nicht bedauern, da selbst für Teleskope, welche diesem größesten Herschelschen gleichen, noch unzählige Gegenstände zu entdecken übrig sind und ihre genaue Untersuchung fast einen unabsehlichen Zeitraum erfordert. Und gelänge es unsern spätern Nachkommen Instrumente zu erfinden,

die noch tiefere Blicke in das Weltall erlaubten, so stånde ihnen noch das offen, daß sie ihre Observatorien auf den höchsten Alpen anlegten, wo eine dünnere Luft jene allgemeine Dämmerung bis zu einem kaum merklichen Grade schwächt.

Funfzigster Brief.

So ist also unsern Blicken eine Unendlichkeit aufgethan, reich genug, um künftigen Beobachtern für lange Zeiträume neue Gegenstånde, neue Veränderungen darzubieten; aber wenn wir nicht bloß bei dem Erstaunen über große Räume uns beruhigen wollen, wenn das Auffinden neuer Sterne und Sternhaufen uns mehr gewähren soll, als eine Befriedigung der Neugier: so fragen wir nun wohl zunächst, ob sich denn nicht irgend eine Ordnung in diesem unermeßlichen Weltbau entdecken lasse.

Wenn wir unter Ordnung nur eine solche Verbindung, nur solche Bewegungen verstehen wollen, deren Gesetz wir mit Vollständigkeit und

Klarheit übersehen, deren Zweckmäßigkeit unserm Verstande einleuchtet: so dürfen wir uns noch wohl nicht erkühnen zu behaupten, daß wir tief in die Anordnung des Sternenhimmels eingedrungen seien, daß der Plan des Schöpfers, wenn es überhaupt dem schwachen Menschen erlaubt ist so zu reden, offen vor uns da liege. Aber dennoch verräth sich in dem, was die Beobachtungen ergeben, wenigstens etwas, das wir theils mit völliger Sicherheit, theils mit großer Wahrscheinlichkeit als entschiedene Erfahrung annehmen dürfen; wir sind wenigstens in Stand gesetzt über manches Auskunft zu geben, wie es ist, wenn wir gleich die Frage, warum es so ist, nicht immer beantworten können.

Die nächste und in der That wichtige Aufklärung, welche wir Herschels Beobachtungen verdanken, ist die, daß das Sternenheer, von welchem wir uns umgeben sehen, nicht mit einer ziemlich gleichförmigen Vertheilung der Sterne sich gleichsam ins Unendliche, über die Gränzen unsrer geschärftesten Blicke hinaus erstreckt; sondern daß dieses Sternenheer als ein für sich bestehendes Ganzes, abgesondert im Raume da liegt, daß ein fast sternenleerer Raum es rundum

umgiebt, jenseits welchem neue abgesonderte Sternenheere in großer Anzahl sich dem Auge darbieten.

Schon das bloße Auge zeigt uns eine auffallende und höchst merkwürdige Ungleichheit in der Austheilung der Sterne über die einzelnen Gegenden des Himmelsgewölbes. Freilich scheint diese sehr unregelmäßig, einige Gegenden sind reich ausgestattet, während andre dicht daneben nur wenige Sterne zeigen; aber dennoch bemerken wir deutlich, daß das größeste Gedränge von Sternen sich in dem Streifen befindet, den wir die Milchstraße nennen, und daß entfernt von ihr die Zahl der Sterne weit geringer ist.

Dieses könnte vielleicht als zufällig erscheinen, da dem bloßen Auge wirklich die Vertheilung der Sterne ziemlich unregelmäßig vorkommt; aber die Beobachtungen, die man mit Fernröhren anstellt, zeigen, daß wirklich das Sternenheer, das uns umgiebt, sich gegen die Milchstraße hin viel weiter ausdehnt, als nach der auf die Milchstraße senkrechten Richtung. Allerdings zeigen gute Fernröhre uns in allen Punkten des Himmels eine sehr zahlreiche Menge von Sternen, die über den Gesichtskreis des

bloßen Auges hinausliegen, und je besser unsre Fernröhre sind, desto mehr neue Sterne entdecken wir, die dem schwächeren Fernrohr unerreichbar waren; aber wenn man nach und nach zu den allervollkommensten Fernröhren übergeht, so bemerkt man, daß diese in der auf die Milchstraße senkrechten Richtung uns fast keine neue Sterne mehr entdecken lassen, während sich in der Milchstraße selbst erst durch sie deutlich erkennen läßt, daß der blasse Schimmer, welchen das bloße Auge dort bemerkt, nichts anders ist, als ein dichtes Gedränge unzählbarer Sterne, die erst bei so verstärktem Blicke aus ihrer ungeheuern Ferne deutlich genug herüber schimmern, und deren Gränze selbst die stärksten Fernröhre kaum abzusehen erlauben. Wir haben also allen Grund zu vermuthen, daß der Gesichtskreis der stärksten Fernröhre sich, nach der auf die Milchstraße senkrechten Richtung hin, bis über die Gränzen des uns umgebenden Sternenheeres hinaus erstreckt, und daß aus diesem Grunde die stärksten Fernröhre uns dort keine neue oder sehr wenige neue Sterne mehr zeigen, weil jenseits der Gränze, die unser Auge schon mit Hülfe schwächerer Instrumente erreicht hatte, ein stern-

loser, leerer Raum folgt, der unserm verstärkten Blicke keine Gegenstände darbietet.

Diese Ueberzeugung, daß wir nach der auf die Milchstraße senkrechten Richtung sowohl an der einen als an der andern Seite über die Gränzen unsers Sternenheeres hinaus zu blicken vermögen, veranlaßt uns nun wohl mit Recht zu der Frage, ob wir nicht mit einiger Sicherheit die Entfernung dieser Gränzen abzuschätzen im Stande sind, und ob sich nicht die Gestalt der Sternenschichte, die sich gegen die Milchstraße hin fast unabsehbar ausdehnt, einigermaßen bestimmen lasse? Herschel hat zu diesen Bestimmungen folgenden Weg eingeschlagen. Er zählte bei einer großen Reihe von Beobachtungen die Anzahl der Sterne, die zu gleicher Zeit im Felde des zwanzigfüßigen Fernrohrs erschienen, um so für die verschiedenen Gegenden des Himmels zu bestimmen, wie viele Sterne unsers gesammten Sternensystems auf gleich großem Raume erscheinen; und suchte dann zu berechnen, welche Entfernung sich an jeder Stelle für die Gränze unsers Systemes ergebe, wenn wir die Sterne als gleichförmig ausgetheilt ansehen. Diese Abzählungen zeigen nun zuerst recht deutlich,

wie viel sparsamer sich die Sterne gegen die Pole der Milchstraße finden, als in ihr selbst. In den am weitesten von der Milchstraße entfernten Punkten waren nur 3 oder 4, oder allenfalls 6 bis 8 Sterne in einem Felde des Fernrohrs, statt daß in der Milchstraße in jedem Felde mehrere hundert deutlich zu erkennende Sterne gezählt wurden und ihre Zahl an einigen Stellen bis gegen 600 stieg. Einige Stellen der Milchstraße zeigten sich so reich, daß die Anzahl der Sterne, die in einer Viertelstunde vor dem Fernrohre vorbei gingen, auf 116000 geschätzt wurde, weil diese ganze Zeit über nie viel weniger als 600 Sterne zugleich im Fernrohre waren, obgleich ein solches Feld des Fernrohrs nur so viel Raum, als der vierte Theil der Mondsscheibe beträgt, umfaßte.

An diese Zählungen schließt sich nun die Frage, wie weit in den verschiedenen Fällen die Gränze unsers Sternenheeres hinaus gerückt angenommen werden muß, wenn wir voraussetzen, daß die Sterne alle gleichförmig im Raume ausgetheilt sind. Wenn wir einen kleinen kreisförmigen Raum am Himmel, so wie das Feld des Fernrohrs einer ist, abschneiden: so ist der

körperliche Raum, den unser Blick umfaßt, indem wir diesen Kreis übersehen, ein Kegel, in dessen Spitze unser Auge liegt und dessen Seitenfläche den ganzen Raum bis zu den äußersten Gränzen unserer Sehekraft umschließt. Denken wir uns also diesen Kegel (Fig. 19), und nehmen an, in irgend einer Gegend erreiche er schon bei DE die Gränze des Sternheers, in einer andern Gegend des Himmels hingegen sei ein eben solcher Kegel bis an BC mit Sternen gefüllt: so wird, wenn BC doppelt so entfernt als DE vom Auge A ist, der letztere Kegel achtmal *) so viele Sterne fassen, als der erstere, weil er nicht bloß doppelt so hoch ist, sondern auch in der Grundfläche doppelt so ausgedehnt nach der einen und nach der andern Richtung. Nehmen wir also die Sterne als im ganzen Raume überall gleich dicht stehend an, so werden wir schließen, daß die Gränze des mit Sternen erfüllten Raumes da doppelt so weit von uns entfernt ist, wo 8 Sterne im Felde erscheinen, als da, wo wir nur einen Stern finden; daß sie da, wo 560 Sterne im Felde erscheinen, etwa 8¼mal so weit

*) Nämlich 2 mal 2 mal 2.

entfernt ist, *) als da, wo wir nur einen Stern finden und so weiter. Hiernach ließe sich also schon mit Hülfe jener Zählungen die verhältnißmäßige Entfernung der Gränzen unsers Sternensystems für verschiedene Richtungen finden, und es fehlte uns nur noch die Bestimmung, wie entlegen von uns diese Gränze ist in Vergleichung mit den Entfernungen der nächsten Sterne. Zu dieser Bestimmung läßt sich, den bisherigen Voraussetzungen getreu, auf folgende Weise gelangen: das ganze Himmelsgewölbe, wenn wir es als eine ganze Kugelfläche betrachten, hat Raum für etwas mehr als 800000 Felder jenes Fernrohrs. Auf diesem gesammten Raume des ganzen Himmels giebt es nur etwa 12 Sterne erster Größe, die wir hier als unsre nächsten Nachbaren und als alle so ziemlich gleich entfernt ansehen wollen; wir müssen also beinahe 70000 Felder des Fernrohrs zusammen nehmen, um auf einen Stern erster Größe zu treffen, oder wenn wir unser Feld 70000mal vergrößerten, so würden wir etwa einen Stern erster Größe im Fernrohr sehen, zugleich aber in diesem Felde 70000 Sterne aller gerin-

*) Weil $8\frac{1}{4}$ mal $8\frac{1}{4}$ mal $8\frac{1}{4}$ giebt 561.

geringern Größe haben, wenn unser voriges Feld deren einen einzigen enthielt. Stellt also A F G den Kegel vor, welcher nur den einen Stern erster Größe enthält, A B C den Kegel, welcher alle jene 70000 enthält: so muß B C reichlich 41mal so entfernt, als F G seyn, *) und folglich dürften wir, durch diese allerdings oberflächliche Betrachtung geleitet, die Gränze unsers Sternenheeres da etwa 41mal soentfernt als den nächsten Stern setzen, wo in Herschels Fernrohr nur ein Stern erschien, und sie etwa ($8\frac{1}{4}$mal 41) 340mal so entfernt da setzen, wo er 560 Sterne in einem Felde fand.

Nach diesen Regeln hat Herschel einen Querschnitt unsers Sternensystems dargestellt, welchen ich Ihnen hier (Fig. 20) mittheile. Hier ist A die Gegend, wo wir uns befinden; A B, A C sind die Richtungen, die wir füglich, nach den Polen der Milchstraße gehend, nennen dürfen, A D, A E, A F sind die Richtungen nach Punkten in der Milchstraße. Die Pole der Milchstraße liegen ohngefähr der eine beim Haupthaar der Berenice, der andre nicht weit vom Schwanze des Wallfisches; die Punkte D,

*) Weil 41mal 41mal 41 nur 68921 beträgt.

E liegen in der Gegend des Adlers, wo die Milchstraße sich in zwei Aeste theilt, wo nämlich unser Sternensystem in zwei weit hinausreichende Sternschichten getrennt ist, deren jede reich genug ist, um durch ihren vereinigten Glanz uns jenen weißen Schimmer zu zeigen; der Punkt F liegt in der Gegend des Einhorns, wo die Milchstraße sich sehr schmal zusammen zieht. Dieser Entwurf unseres Sternensystemes ist so gezeichnet, daß die Entfernung der nächsten Fixsterne von uns etwa $\frac{1}{80}$ Zoll beträgt, und die Entfernungen von A bis an D, E oder F betragen daher gegen 400mal so viel als dieser Abstand des nächsten Fixsternes, das ist wohl ohne Zweifel weit mehr als 500 Billionen Meilen. Wollten wir uns eine Vorstellung von der ganzen Gestalt unsers Sternhaufens in einer bildlichen Darstellung machen, so müßten die Sternzählungen nach allen Richtungen um den ganzen Himmel angestellt werden, und man müßte sich ihnen gemäß einen Körper bilden, der, wie dieser Querschnitt schon andeutet, einer in der Mitte ziemlich dicken Scheibe gleichen würde, deren eine Hälfte gegen D, E hin gleichsam zerspalten wäre, statt daß die andre Hälfte gegen F

hin sich, nur wenig eingespalten, regelmäßiger zuspitzte.

In diesem Sternenheere befindet unsre Sonne sich nicht sehr entfernt von der Mitte, und deßhalb sehen wir rund um uns den Himmel reich mit Sternen übersäet, statt daß den Beobachtern, die sich auf einem Sterne bei B befinden, nur die eine Hälfte der Himmelskugel sternreich erscheinen kann, während an der andern Seite ein leerer Raum liegt, jenseits welchem, erst in sehr großen Fernen, sich neue Sternenheere, gleich zusammengedrängten Sternhaufen, zeigen mögen. — Doch ehe wir das behaupten dürfen, müssen wir die Frage beantworten, ob denn das Daseyn mehrerer solcher Sternhaufen bewiesen ist, ob nicht die Million Sterne, welche wir in der Milchstraße erblicken, verbunden mit den seitwärts zerstreuten Sternen, deren Zahl auch in der That nicht geringe ist, nicht das Universum ausmachen; vor allen Dingen aber müssen wir einige Einwürfe näher beleuchten, welche sich gegen die vorigen Schlüsse allerdings machen lassen. Das letztere soll den Gegenstand meines nächsten Briefes ausmachen.

Ein und funfzigster Brief.

Ich habe neulich die Herschelschen Berechnungen über die Größe und Gestalt des uns umgebenden Sternenheeres so dargestellt, als ob sich keine erheblichen Einwürfe dagegen machen ließen; jetzt wird es doch nöthig seyn, jene ganze Betrachtung noch einmal mit einem prüfenden Blicke zu übersehen.

Unter den mancherlei Fragen, die wir hier aufwerfen können, verdient die wohl als eine der wichtigsten betrachtet zu werden, ob denn Herschels Gesichtskreis wirklich unser ganzes Sternsystem umfaßte? Herschel führt Gründe an, die ihn zu dieser Behauptung zu berechtigen scheinen, und die wenigstens in Beziehung auf die Gegenden um die Pole der Milchstraße sehr überzeugend sind. Dort nämlich erschien der Grund des Himmels so dunkel, daß kaum an ein Durchblicken einzelner, an den äußersten Gränzen des Gesichtskreises liegender Sterne zu denken war, sondern der Anblick gewährte die Ueberzeugung, daß alles, was hier von Sternen vorhanden sei, mit großer Deutlichkeit überschauet werde, daß also wirklich unser Auge bis

tief in einen ganz oder beinahe sternenleeren Raum reiche, jenseits welchem es allerdings wieder Sternenheere geben mag, die dann aber doch von unserm Sternsysteme als deutlich abgesondert zu betrachten sind. Weniger sicher scheint es mir, ob Herschel wirklich die Gränzen unsers Sternsystemes da übersah, wo dieses sich in der Milchstraße so sehr weit ausdehnt. Er glaubt zwar in der völligen Auflösung der Milchstraße, deren Sterne er einzeln erkannte, hinreichende Ueberzeugung zu finden, indem der Grund des Himmels sich hätte milchig zeigen müssen, wenn noch unkenntliche Sterne über die Gränzen des deutlichen Sehens hinausgelegen hätten; aber er gesteht doch auch, daß der Grund des Himmels in der Nähe der Milchstraße lange nicht so heiter erschien, als gegen ihre Pole, und daß dieses trübe Ansehen von zerstreuten Sternen herrühre, die, vermuthlich an den äußersten Gränzen unseres Sternsystems liegend, nur mit Mühe deutlich erkannt werden können. Indeß, wenn auch das Fernrohr gegen D, E, F hin nicht die äußersten Gränzen der in der Milchstraße zusammengedrängten Sterne erreichte, so würde daraus nur eine noch größere Ausdehnung

des ganzen Systems bewiesen werden, und wir dürften dennoch, da wir dieses System gegen die Pole der Milchstraße hin als abgesondert von andern Sternsystemen erkannt haben, mit großer Wahrscheinlichkeit behaupten, daß es auch da, wo unser Auge uns noch Zweifel übrig läßt, von andern ähnlichen Systemen getrennt seyn möge.

Die Behauptung aber, daß wir gegen die Pole der Milchstraße hin es mit großer Deutlichkeit bemerken, daß unser Auge bis in einen ungeheuern leeren Raum vordringt, wo wir vergeblich Sterne suchen, — diese Behauptung wird besonders auffallend durch Herschels Beobachtungen über die Gegend um den Skorpion bestätigt. In dieser Gegend, die nicht ganz nahe bei dem Pole der Milchstraße liegt, sollte die Anzahl der Sterne sich, wie es anderwärts der Fall ist, mehren, je näher man der Milchstraße kommt. Wirklich fand Herschel auch, indem er vom Pole der Milchstraße gegen den Skorpion fortging, anfangs eine Zunahme der Sternmenge, die allmählig bis auf 17 in jedem Felde stieg; aber plötzlich hörte nicht bloß das Zunehmen der Sterne auf, sondern durch einen ganzen Raum von 4 Graden zeigte sich kaum ein Stern in jedem

Felde und diese wenigen Sterne waren von ansehnlicher Größe, so daß es ganz den Anschein hatte, als finge sogleich jenseits der nächsten Sterne ein leerer Raum an, in welchem nun kein Stern weiter zu finden wäre. Diese Oeffnung in unserm Sternenheere zeigt uns also ohngefähr, wie der Himmel den Beobachtern erscheinen mag, welche sich nahe an der Gränze des Sternsystems befinden. So wie uns hier nur noch einzelne nahe Sterne erscheinen und jenseits derselben die Nacht des leeren Raumes unserm suchenden Auge keinen Gegenstand mehr darbietet, so erscheint ohne Zweifel dort der halbe Himmel fast leer von Sternen, wenn nicht etwa andre Sternsysteme schon deutlich durch diesen nächtlichen Raum herüberschimmern.

Diese Betrachtungen berechtigen uns also wohl, unser Sternenheer als abgesondert, von einem leeren Raume umgeben, zu betrachten; aber die Frage verdient noch näher erwogen zu werden, ob unsre Berechnung der Entfernungen, bis zu welchen hin sich dieses Sternsystem ausdehnt, wohl einen ziemlichen Grad von Zuverlässigkeit hat. Es ist gewiß, daß die Voraussetzung einer gleichförmigen Vertheilung der Sterne

innerhalb unsers Systemes im Einzelnen nicht richtig ist. Schon die abgesonderten Sterngruppen, wie das Siebengestirn und andre, beweisen dieß, und die Oeffnung im Himmel, deren ich eben erwähnt habe, giebt eine neue Bestätigung hierfür. In Hinsicht auf diese mangelnde Gleichförmigkeit wäre es also wohl möglich, daß selbst da, wo wir nicht viele Sterne zählen, doch diese bis zu weiten Entfernungen hinaus hinter einander ständen, aber weitere Zwischenräume ließen oder sparsamer ausgetheilt wären. Herschel scheint diesen Einwurf wohl erwogen zu haben; und obgleich er, so viel ich finden kann, ihn nicht ausdrücklich widerlegt, so scheint doch mehreres darauf hinzudeuten, daß nicht die Zahl der Sterne ganz allein ihn bestimmte, dem Sternensysteme die Form beizulegen, die ich Ihnen neulich mittheilte, sondern daß im Allgemeinen da, wo die Anzahl der Sterne geringe war, sich auch wenige oder gar keine Sterne von so geringer Größe fanden, daß man sie als sehr entfernt hätte ansehen können. Es gäbe wohl ein Mittel, die Untersuchung hierüber noch etwas mehr zu vollenden und über das Wesentlichste in der Anordnung dieses großen Sternenheeres etwas

nähere Aufklärung zu erhalten. Herschel stellte jene Zählungen mit einem Fernrohre an, das etwa 70mal so weit als das schärfste bloße Auge in den Raum vordringt, das ist (nach Herschels Rechnung, dessen herrliches Auge noch Sterne siebenter Größe erkennt) mehr als 400mal so weit, als die nächsten Sterne von uns entfernt sind. Mit diesem Fernrohre übersah er also wirklich einen Raum, der sich bis jenseits der, nach den Zählungen bestimmten, äußersten Punkte erstreckte, und sein 40füßiges Teleskop konnte ihn nicht viel Neues in unserm Sternsysteme entdecken lassen. Nähmen wir nun statt jenes sehr starken Fernrohres ein schwächeres, das uns nur halb so tief in die Ferne zu dringen erlaubte, und stellten damit eben solche Zählungen an: so würde dieses nur die diesseits GH und IK stehenden Sterne umfassen; es würde also, wenn ich unsre Zeichnung (Fig. 20) als genau richtig ansehe, uns nur eine schwache Andeutung von dem tiefen Einschnitte zwischen D und E geben, würde bei F uns noch den größten Theil der dort vorhandenen Sterne, bei B und C aber völlig alle Sterne übersehen lassen. Wählten wir, nach Vollendung dieser Sternzählung, abermals ein

schwächeres, nur bis an LMON in den Raum eindringendes Fernrohr: so müßte (kleine zufällige Zusammenhäufungen von Sternen abgerechnet,) nur nahe gegen die Pole hin eine Abnahme der Sternenzahl merklich werden, und übrigens der Himmel uns überall fast gleich reichlich mit deutlich zu erkennenden Sternen ausgestattet erscheinen. Fänden diese Verschiedenheiten sich wirklich so, so würde uns das einen starken Grund geben, die gleichförmige Austheilung der Sterne zu behaupten, das heißt, wir würden dann einräumen müssen, daß keine Gegend des Sternsystemes im Allgemeinen einen großen Vorzug in Hinsicht auf Menge von Sternen hätte, daß kleinere Zusammenhäufungen zwar hier und da deutlich vorhanden wären, aber nicht grade mehrere in der Ebne der Milchstraße als gegen ihre Pole u. s. w.

Bis wir Beobachtungen der Art, die, weil sie sich über den ganzen Himmel erstrecken müssen, ziemlich schwierig sind, besitzen, müssen wir uns mit diesen ersten Andeutungen begnügen. Das ist wohl gewiß, daß dieses große Sternenheer eine Menge von Sterngruppen enthält, die als untergeordnete Systeme erscheinen und deren

einzelne Sterne näher mit einander verbunden seyn mögen, als unsre Sonne mit benachbarten Sternen verbunden zu seyn scheint; aber worin diese Verbindung bestehe, ob sie Bewegungen irgend einer Art zur Folge habe, — das zu entscheiden, ist jetzt noch nicht möglich. Auch die Milchstraße zeigt sich uns nicht als ein gleichförmiger lichter Streifen, sondern einzelne Theile glänzen heller als die übrigen. Hier ist es gewiß kaum möglich je zu entscheiden, ob dieß dichtere Gedränge von Sternen daher entsteht, weil bis zu unabsehbaren Fernen hinaus Sterne hinter einander stehen, oder ob eng zusammen gedrängte, nahe bei einander stehende Sterne, die ein sehr großes, weit entferntes System bilden, uns in diesem vereinten Glanze erscheinen. Herschel scheint in den Abhandlungen, deren Inhalt ich bisher mitgetheilt habe, geneigter, die glänzendern Stellen als weit hinausreichende Aeste unsers Sternhaufens anzusehen; aber in spätern Abhandlungen äußert er sich so, als ob die glänzendern Gegenden der Milchstraße gedrängtere Sternsammlungen wären.

Sie sehen aus diesen Ueberlegungen, daß wir von der innern Anordnung dieses unermeßlichen

Sternheeres noch sehr wenig wissen, indem wir uns fast ganz darauf beschränken müssen, die große Anzahl von mehrern Hunderttausenden von Sonnen zu bewundern, die mit uns zu einem großen Systeme verbunden sind. Aber unsre Kenntnisse sind dennoch hiermit nicht erschöpft, sondern Herschels Beobachtungen zeigen uns ähnliche Weltenheere, die weit getrennt von dem, in welchem wir uns befinden, jenseits jener Leere, mit welcher wir unser System umgeben fanden, als glänzende Nebel zu uns herüber schimmern. Viele dieser Nebelflecke waren den Astronomen schon länger bekannt, und man hatte wohl die Vermuthung gehegt, daß sie aus sehr entfernten, dicht gedrängten Sternen beständen; aber erst Herscheln gelang es, klar zu sehen, daß die meisten dieser Nebel nichts anders sind, als dichte Haufen zahlloser Sterne. Seinen Beobachtungen zu Folge können wir mit Sicherheit annehmen, daß mehr als tausend Sternenheere, jedes aus tausenden von Sternen bestehend, um uns herum sich unsern Augen zeigen, und daß andre, aus zu großen Fernen herüberdämmernd, um noch deutlich erkannt zu werden, uns verrathen, daß auch weit jenseits der Gränzen unsers so

sehr erweiterten Gesichtskreises Sternsysteme liegen, und daß das Weltall sich ins Unendliche um uns ausdehne.

Diese entfernten Sternenheere scheinen nicht ganz ohne Ordnung im Weltraume da zu liegen, sondern es giebt gewisse Gegenden des Himmels, welche vorzüglich reich daran sind. Sie scheinen, nach Herschels Meinung, gleichsam Schichten zu bilden, und vielleicht gehören viele von ihnen eben so zu einem großen Sternsysteme, wie die kleinern Sternhaufen, die wir in unserm Sternsysteme bemerken, zusammen ein großes Ganzes bilden. Herschel hat mehrere solche Schichten oder Reihen von Nebelflecken entdeckt, und bemerkt, daß fast allemal rund um jeden Sternhaufen der Himmel ohne Sterne oder wenigstens nicht mit so kleinen sehr entfernten Sternen besäet erscheint. Eine solche Schichte erstreckt sich von dem bekannten Sternhaufen im Krebse gegen den Kopf der Wasserschlange hin; eine andre, welche vielleicht unsrer Sonne am nächsten liegt, und welche gegen die große Sternschichte der Milchstraße beinahe senkrecht ist, fängt bei dem Hauptthaar der Berenice an, geht gegen den großen Bären und die Cassiopea fort und

scheint sich um einen großen Theil des Himmels bis gegen die Jungfrau hin fort zu erstrecken. Zu der ersten Schichte scheint der Sternhaufen im Krebse selbst mit zu gehören, und an ihn reihen sich entferntere an. In der zweiten Schichte ist das Haar der Berenice selbst uns am nächsten, und seiner Nähe wegen erscheint es nicht als Nebel, sondern als ein gedrängter Haufe von Sternen; an diesen Haufen von Sternen reihen sich einige äußerst schöne und vermuthlich nicht sehr entfernte Nebelflecke, die sich hier, grade am Pole unsrer Milchstraße, sehr zahlreich finden. So stehen also, wie es scheint, diese Schichten von Nebelflecken mit unserm Sternsysteme in Verbindung, indem einer aus dieser Schichte, nämlich das Haar der Berenice, noch in den Gränzen unseres Sternenheeres liegt. Die letztere Schichte ist grade um den einen Pol unsrer Milchstraße vorzüglich reich und ersetzt so den Mangel an Sternen, den wir dort bemerken; sie scheint gleichsam die Sterne, die wir dort vermissen, unserem Sternenheere entzogen und in eigne Systeme vereinigt zu haben. Etwas ähnliches ist um den andern Pol der Milchstraße der Fall, wo sich auch viele Nebel-

flecke, obgleich weniger deutlich an einander gereihet, als hier, finden.

Diese Idee, daß vielleicht die uns nächsten Sternsysteme dem unsrigen Sterne entzogen haben, oder daß sie aus Sternen gebildet seyn könnten, die, einst gleichförmiger vertheilt, sich bis an unser Sternsystem erstreckten, gewinnt von mehr als einer Seite eine gewisse Wahrscheinlichkeit. Auffallend ist es zum Beispiel, daß die große Oeffnung in dem Sternenheere oder der sternleere Raum im Skorpion, wovon ich oben geredet habe, sich grade da befindet, wo wir einen vorzüglich schönen Nebelfleck, der also vermuthlich nicht sehr entfernt ist, finden; und Herschel erwähnt noch einer zweiten ähnlichen Lücke unsers Sternsystems, welche sich gleichfalls einem schönen Nebelfleck gegenüber befindet. Dieses Zusammentreffen berechtiget uns unstreitig zu der Frage, ob nicht irgend eine Kraft die hier fehlenden Sterne dorthin zusammen gedrängt habe und ob nicht so im Laufe vieler Jahrtausende Aenderungen in der Anordnung der Sternsysteme entstehen, welche wahr zu nehmen ein Zeitraum von tausend Menschenaltern vielleicht viel zu unbedeutend ist.

Zwei und funfzigster Brief.

So nahe, meine verehrungswürdigste Freundin, wie Sie glauben, sind wir doch dem Ziele unserer astronomischen Unterhaltungen noch nicht; denn ich habe Ihnen noch eine Reihe sehr merkwürdiger und räthselhafter Erscheinungen darzustellen, deren wahre Natur zwar noch unbekannt ist, die aber zu den schönsten, wenn gleich kühnen, Vermuthungen Anlaß gegeben haben. Ich kann aber unmöglich hierzu übergehen, ohne noch einige wenige Bemerkungen an die Betrachtungen anzuknüpfen, mit welchen Sie in Ihrem letzten Briefe den Rückblick auf den von uns durchlaufenen Weg begleiten. Allerdings ist der Blick, mit welchem wir jetzt den Sternenhimmel überschauet haben, weit verschieden von dem Erstaunen, welches uns erfüllt, wenn wir zuerst hören, daß diese Sternen Sonnen sind, die zahllosen Welten Glanz und Leben ertheilen; wenn wir zuerst hören, daß unser Auge nur den kleinsten Theil dieser Sonnenheere erkennt und daß dem geschärfteren Blicke sich immer neue Himmel aufthun, reich, mit einem unendlichen Reichthum neuer Sterne ausgestattet. Ich kann es

mir

mir sehr wohl vorstellen, daß es Ihnen einen Augenblick lang vorkommen konnte, als entheilige unsre kalte Untersuchung den erhabensten aller sinnlichen Gegenstände, als erhebe der Sohn des Staubes zu stolz sein Haupt, indem er sich erkühnt, dieses Sternenheer ausmessen, dieses unermeßliche Gebäude, gleich einem Werke menschlicher Kunst, gleich einer kleinen Nachbildung, mit einem Blicke umfassen zu wollen. Und doch kann das Geschäft des Verstandes kein andres seyn, als immer genauer und vollständiger in das Wesen der Dinge einzudringen; sein Streben geht dahin, alles zu begreifen und es von dem Zauber des Wundervollen zu entkleiden; sein Ziel wäre erreicht, wenn es ihm gelungen wäre, alle Tiefen und Höhen der Schöpfung durchforscht zu haben, das ganze Weltall zu kennen und in dem Laufe der Sternenheere, so wie in dem Leben des Wurmes und in jedem Staube nichts mehr übrig zu haben, dessen Gesetze er nicht kennte. Aber darin grade verherrlichet sich nun die Unendlichkeit der Natur, daß sie über die Gränze jeder Forschung hinaus uns einen neuen, immer gleich unermeßlichen Reichthum von Gegenständen dar-

bietet, und uns zu dem Bekenntnisse zwingt, daß unser Wissen, mag es auch den ganzen Himmel zu umfassen wähnen, doch nur einen Tropfen aus diesem Meere geschöpft habe. Wahr ist es, das was unserm ungeübten Auge als das größte, als unermeßlich und unendlich erschien, liegt jetzt als bekannt und ausgemessen, also so fern als klein vor unserm Geiste da; aber eben die Werkzeuge, welche unsern Sternenhimmel ganz zu übersehen, ganz zu durchforschen dienen, enthüllen uns zugleich Tausende von neuen Sternhimmeln und zeigen uns deutlich genug, daß an den Gränzen unseres geschärftesten Blickes und über diese Gränzen hinaus Heere von Sternsystemen liegen, deren Zahl zu ahnden, kein Sterblicher sich erkühnen kann; sich desto minder erkühnen darf, da jeder tiefere Blick in die Ferne ihn lehrt, daß er nur wenige Strahlen des Glanzes aufzufassen vermöge, mit welchem dieser Tempel der Allmacht erfüllt ist.

Schon diese Betrachtung hebt die Besorgniß, daß unser Wissen unsern religiösen Empfindungen nachtheilig werden könne, oder daß wir über dem Ausmessen und Rechnen zu kalt gegen die Herrlichkeit des Sternenhimmels werden

möchten, und ich brauche hierüber wohl um so weniger etwas mehr zu sagen, da schon der Anstoß, den Sie an meiner kalten, wissenschaftlichen Darstellung fanden, deutlich genug zeigt, daß die tiefe Innigkeit religiöser Gefühle in Ihrem Herzen nie erkalten kann. Und wenn sie bei uns Männern so oft erkaltet, so hat gewiß nicht die vermehrte Erkenntniß die Schuld, sondern — lassen Sie mich es nur bekennen! — das rastlose Treiben nach irdischen Zielen, unter denen freilich das Streben nach vermehrtem Wissen noch das beste ist; wenn dieses unsern Geist ganz hinnimmt, so wird er allerdings von dem Rechten abgewandt, und „das Innere seiner selbst liegt am weitesten entfernt von seinem irren Blicke." *) —

Aber ich wollte ja von diesem Gegenstande aufhören. Und was soll ich denn noch hier anknüpfen? — Lassen Sie mich lieber die astronomischen Betrachtungen für einen neuen Brief

*) Meine Leser mögen es mir verzeihen, wenn ich sie hier an ein aus der Mode gekommenes Buch erinnere, das unstreitig zu den schönsten gehört, welche wir besitzen, an: Allwills Briefsammlung von F. H. Jacobi; — aus diesem sind die letzten Worte entlehnt.

aufsparen; aber zürnen Sie mir nicht, wenn meine mathematische und rechnende Darstellung des Weltgebäudes Ihnen zu leer an Empfindung erscheint. Sie wissen, daß viele Worte zu machen, nicht meine Gewohnheit ist, und daher scheint es mir auch hier am natürlichsten, Ihnen nur zu entwickeln, was wir vom Weltgebäude wissen oder zu wissen glauben, indem diese Darstellung, wenn sie nicht ganz mißrathen ist, schon von selbst das Gemüth zu höheren Empfindungen stimmen wird.

Drei und funfzigster Brief.

Wir haben uns bisher nur mit den Sternen beschäftigt, welche sich uns am Himmel zeigen; aber nicht einzig Sterne bemerken wir am Himmel, sondern auch Nebel, die nicht aus Sternen bestehen. Zwar giebt es viele neblichte Erscheinungen am Himmel, die nur deshalb dieses Ansehn haben, weil die Sternhaufen, aus denen sie bestehn, viel zu entfernt sind, um sich uns deutlich als aus einzeln kenntlichen Sternen zu

sammengesetzt zu zeigen; aber diese lösen sich doch endlich, durch stärkere Fernröhre betrachtet, in Sterne auf, statt daß die, welche wir nun wirkliche Nebel nennen werden, immerfort ihr nebliches Aussehn behalten und sich immer mehr in einem gleichförmigen, milchigen Schimmer zeigen, je stärkere Instrumente wir auf sie richten. Unter diesen Nebeln sind einige, die schon dem bloßen Auge oder wenigstens mittelmäßigen Fernröhren kenntlich sind, von denen man also wohl hoffen dürfte, daß die stärksten Teleskope deutlich zeigen würden, woraus sie bestehn; die aber dennoch im stärksten Fernrohre kaum anders erscheinen, als noch immer in dem gleichförmigen matten Glanz, den schon das bloße Auge erkennt.

Diese Nebel sind von sehr mannichfaltiger Art; ich werde die Beschreibungen derselben so aneinander reihen, wie Herschel es, um seine Ideen über die Bildung von Nebeln und Sternen daran zu knüpfen, am bequemsten gefunden hat, und muß es dann Ihnen überlassen, ob Sie diese Vermuthungen, die mir sehr viel für sich zu haben scheinen, als wahrscheinlich anerkennen wollen. — Doch für jetzt soll noch nicht

von Vermuthungen die Rede seyn, sondern nur von dem, was sich dem Auge darbietet.

Es giebt Nebel, die in unregelmäßiger Gestalt und theils höchst matt schimmernd, theils an einzelnen Stellen lebhafter glänzend, einen bedeutenden Raum am Himmel einnehmen. Unter diesen sind mehrere bekannt, deren Größe das zwanzigfache und selbst das dreißigfache des Vollmonds erreicht; einige zeigen ihre lichtern Stellen schon schwächern Instrumenten, aber erscheinen immer ausgedehnter, je stärkere Fernröhre man auf sie richtet, indem man dann jene lichten Stellen mit leicht verwaschenem Nebel umgeben sieht, der sich an den Gränzen so matt verläuft, daß selbst das stärkste Fernrohr seine eigentliche Gränze nicht erkennt; manche dehnen sich in unregelmäßige Aeste aus oder umschließen dunkle, von Nebel leere Räume. Die Zahl und Größe dieser unregelmäßigen Nebel ist so bedeutend, daß die von Herschel beobachteten zusammen einen Raum, mehr als 600mal so groß als der Vollmond am Himmel einnehmen, und es läßt sich also schon hieraus schließen, wie reichlich die Nebelmaterie, die uns diese matt glänzenden Erscheinungen darbietet, im Welt-

raum vorhanden seyn mag. Ueberlegen wir zugleich, daß unser Auge diese wenig leuchtende Materie wohl nur in Entfernungen entdecken kann, welche nicht überaus groß sind, so müssen wir vermuthen, daß jene ansehnliche Menge von Nebelmaterie in einem nicht so gar großen Raume vertheilt ist, und dürfen schließen, daß diese weit ausgedehnten Nebelmassen von keiner geringen Wichtigkeit im Weltraum seyn können.

Zu diesen weit ausgebreiteten Nebeln gehört der berühmte, schon von Huyghens entdeckte Nebel im Orion. Das vierzigfüßige Teleskop zeigt ihn so herrlich glänzend, daß man fast entscheidend überzeugt wird, er sei uns unter allen Nebeln am nächsten. In ihm finden sich Stellen, die den hellsten Nebeln gleichen und andre Stellen, wo sein Licht kaum noch erkennbar ist. Dieser Nebel ist vorzüglich dadurch merkwürdig, daß alle Beobachter einstimmig behaupten, er zeige Veränderungen der Gestalt, die selbst in ziemlich kurzen Zeiträumen merklich sind. Herschel fand bei seinen von 1774 bis 1810 fortgesetzten Beobachtungen, daß Sterne, die ehmals von diesem Nebel umgeben erschienen, jetzt ganz außerhalb des Nebels stehen, und daß seine

Gestalt jetzt ganz verschieden von der ist, welche er ehmals hatte. Schröter schließt dasselbe aus seinen Beobachtungen und wir dürfen daher an wirklichen auffallenden Aenderungen nicht zweifeln, die dieser Nebel erleidet. Schon hieraus läßt sich vermuthen, daß er nicht so gar entfernt seyn kann, indem wahre Veränderungen uns desto leichter kenntlich werden müssen, je näher er uns ist; aber Herschel schließt noch aus einer andern Ueberlegung auf eine große Nähe. Jene Sterne, welche Herschel bei seinen frühern Beobachtungen von diesem Nebel umhüllt sah, erschienen ganz so, als ob sie jenseits des Nebels ständen, als ob der sie umgebende Nebel eben so durch das Licht des Sternes an Glanz gewinne, oder sich ein glänzender Hof so um den Stern bilde, wie wir es bei Dünsten in unserm Luftkreise bemerken, wenn wir Sterne durch sie erblicken. Verbunden mit dem Nebel waren diese Sterne wenigstens wohl nicht, da sie nur so lange eine Dunstkugel um sich zu haben schienen, als der gesammte Nebel sich bis zu ihnen hin erstreckte, und bei den spätern Beobachtungen ganz frei von Nebel und entfernt von den Gränzen des Nebels gesehen wurden. Nehmen wir also diese Ver-

muthung, daß die Sterne jenseits des Nebels standen, an, so würde die Entfernung dieses Nebels, und selbst seiner matteren Gegenden nicht größer als die Entfernung von Sternen achter Größe seyn können; und da die helleren Stellen sich vermuthlich noch näher zu uns her erstrecken, so hätten wir bedeutende Gründe um die Materie, welche sich uns dort zeigt, als ziemlich in unserer Nähe liegend zu betrachten. Ist aber das bei diesem Nebel der Fall, so können wir auch die übrigen ähnlichen Erscheinungen wohl nicht so gar weit in die Ferne gerückt annehmen.

Mehrere dieser unregelmäßig ausgedehnten Nebel enthalten hellere Stellen, deren Ansehen man nicht besser beschreiben kann, als wenn man sagt, die Nebelmaterie erscheine hier als mehr verdichtet (wie Fig. 21). Diese anscheinende Verdichtung könnte zwar daher entstehen, daß länger ausgedehnte Aeste der Nebelmaterie sich grade gegen uns zu erstreckten, indem die Nebelmasse uns da am glänzendsten erscheinen muß, wo unsre Gesichtslinie die meisten leuchtenden Theilchen trifft; aber da in manchen Nebeln mehrere glänzendere Stellen neben einander lie-

gen, also mehrere, fast nach gleicher Richtung gegen unsern Standpunkt hin fortlaufende Aeste müßten vorausgesetzt werden, so ist es viel wahrscheinlicher eine stärkere Verdichtung der Materie anzunehmen, und darin die Ursache des größern Glanzes zu suchen. Eine solche Verdichtung scheint auch den Erscheinungen in der uns näher bekannten Natur sehr wohl zu entsprechen; denn alle Körper finden wir mit anziehender Kraft begabt und wir dürfen daher wohl auch dieser fein zertheilten Materie ein Bestreben, sich näher zusammen zu drängen, beilegen; wir dürfen vermuthen, daß da, wo einmal eine Verdichtung zu entstehen anfängt, diese stets fortschreiten, immer mehrere der entferntern Theile zu sich heran ziehen muß, und daß folglich diese Nebel im Fortgange der Zeit sich wahrscheinlich immer mehr zur Kugelform ausbilden mögen. Freilich mögen lange Zeiträume dazu erfordert werden, ehe die höchst schwache Kraft einer vermuthlich selbst bei ihrer Verdichtung noch immer sehr fein vertheilten Materie, die entferntern Theilchen zu sich heranzieht, zumal wenn diese, wie das oft genug der Fall seyn muß, viele Millionen Meilen entfernt sind; aber dennoch kann

der Gedanke, daß dieses geschehen möge, uns bei der Beobachtung der Nebel leiten, wenn wir gleich den Fortgang dieses Zusammenballens nicht grade selbst zu bemerken hoffen dürfen. — Und wirklich geben die Beobachtungen eine auffallende Bestätigung dieser Meinung! denn so wie wir ausgedehnte Nebel mit mehrern Kernpunkten finden, so giebt es nun auch Nebel, die fast ganz aus solchen Kernen bestehen, wo nämlich zwei oder mehrere glänzendere Nebel neben einander liegen und nur noch durch wenigen matten zerstreuten Nebel, — man möchte sagen, durch wenige Ueberreste zerstreuten Nebels — mit einander verbunden sind. Andre nahe neben einander stehende, an Glanz fast gleiche Nebel haben keine solche zerstreute Nebelmaterie zwischen sich, und scheinen also, obgleich aus einer gemeinschaftlichen größern Masse gebildet, schon Zeit genug gehabt zu haben, um diese zerstreute Materie ganz in sich aufzunehmen. Für diese Meinung, daß aus sehr weit ausgedehnten Nebeln sich einzelne verdichtete Nebel gesondert haben, scheint auch das zu sprechen, daß gewisse Gegenden des Himmels ganz unglaublich reich an Nebeln sind, die zwar von einander getrennt,

aber doch einander so nahe liegen, daß sie in ununterbrochener Folge vor dem Fernrohre vorbeigehen.

— Auch die Form der gut begränzten Nebel deutet auf die Wirkung einer anziehenden Kraft hin. Es giebt zwar einige sehr schmale, in die Länge gedehnte Nebel, aber bei weitem die meisten sind, wenn gleich unregelmäßig, doch nach allen Richtungen ziemlich gleich ausgedehnt. Unter diesen zeichnen sich viele durch eine Annäherung zur runden Form aus und eine bedeutende Anzahl ist genau rund, oder hat, wenn wir unsrer Hypothese gemäß reden dürfen, schon die Form, nämlich die Kugelgestalt, angenommen, welche den anziehenden Kräften am gemäßesten ist. Und endlich leitet uns das noch bestimmter auf die Wirkung anziehender Kräfte, daß es unter den beobachteten Nebeln über sechshundert giebt, die mehr oder minder in der Mitte verdichtet und mit einem nach den Gränzen hin abfallenden Glanze erscheinen, völlig so, als ob die anziehende Kraft um die Mitte die meiste Materie angehäuft hätte und die Dichtigkeit desto geringer würde, je mehr man sich den Gränzen nähert. Diese Zunahme der Dichtigkeit

um die Mitte ist bei einigen merklicher, bei andern geringer, etwa so wie Fig. 22 und 23 es zeigen.

Diese gegen die Mitte hin viel glänzendern Nebel, deren hellerer Theil sich (Fig. 23) ganz allmählig abfallend an den minder hellen anschließt, bilden gleichsam den Uebergang zu noch auffallendern Verschiedenheiten. Es giebt nämlich Nebel, deren Kern so vorglänzend ist, daß er zwar nicht plötzlich oder scharf abgeschnitten, aber doch in sehr schnellen Abstufungen zu dem matten Lichte der Nebelhülle übergeht. Auch hier findet noch eine mannichfaltige Verschiedenheit Statt, theils in Rücksicht der Form, die sich zwar immer zur Kugelform annähert, aber doch oft noch (wie Fig. 24) erheblich davon abweicht, theils in der mehr oder minder vollkommnen Ausbildung des Kerns, wovon Fig. 25 und 26 Beispiele geben.

Hier scheint es beinahe sichtbar, daß in den sehr vorglänzenden Kernen eine stark verdichtete Materie vereinigt sei, die aber doch noch, von derselben Natur wie die blassen matten Nebel, sich durch leise Uebergänge in diese verliert, und wir können es als eine sehr wahrscheinliche Ver-

muthung betrachten, daß eine lange Dauer der in der Mitte verdichteten Nebel sie immer näher zu diesem Zustande hinführt.

Die mehr verdichteten Nebel scheinen, diesen Beobachtungen zufolge, sich ganz so darzustellen, wie wir uns eine elastische Dunstmasse denken würden, die gegen den Mittelpunkt verdichtet, sich desto mehr verdünnt zeigt, je weiter man sich vom Mittelpunkte entfernt, deren Materie gleichartig, aber mehr zusammen gepreßt um den Mittelpunkt ist. Von etwas andrer Natur müssen wohl die Nebel seyn, welche eine genau runde Gestalt haben, aber einen fast ganz gleichförmigen Glanz zeigen. Eine durchsichtige leuchtende Masse wird uns immer, wenn sie kugelförmig ist, um den Mittelpunkt glänzender erscheinen, weil wir da mehrere leuchtende Theilchen hinter einander, die das Licht verstärken, erblicken. Wir können daher diese gleichförmigen Nebelflecke nicht gut für etwas anders als für undurchsichtige, nur an der Oberfläche leuchtende Körper halten. Daß wir die vorigen, um die Mitte glänzendern Nebel nicht bloß als ausgedehnter in dieser Gegend, sondern auch als dichter betrachteten, beruht theils auf der natür-

lichen Vermuthung, daß eine angezogne Materie sich um den Mittelpunkt verdichten müsse, theils auch auf dem starken Zunehmen des Glanzes gegen die Mitte hin und auf dem ungleichen Zunehmen bei verschiedenen Nebeln, die doch alle als kugelförmig erscheinen. Hier ist der Gedanke wohl sehr natürlich, daß diese ungleiche Zunahme an Licht eine ungleiche Verdichtung verräth. Aber wie sollen wir uns denn die gleichförmigen Nebel denken? Vielleicht ist hier die elastische Nebelmaterie in einen andern Zustand übergegangen, vielleicht erreichte die Verdichtung einen so hohen Grad, daß dadurch die Beschaffenheit der ganzen Masse geändert wurde und diese nun in einen undurchsichtigen Zustand überging, wo bloß die phosphorescirende Oberfläche uns noch ein mattes, von dem lebhaften Sternenlichte sehr verschiedenes Licht zeigt. Unter diesen gleichförmigen Nebeln scheinen die planetenähnlichen am vollendetsten ausgebildet zu seyn. Sie haben zwar fast ganz das Ansehn von Planetenscheiben, sind aber doch noch, wie diese Nebel alle, am Rande ein wenig verwaschen, noch mit einem Reste neblicher Materie umgeben, welche uns ihren Ursprung aus jener

dünne vertheilten Nebelmaterie zu verrathen scheint. Diese planetarischen Nebel, deren Herschel zehn von der vollkommensten Art und etwas mehr als zwanzig, die noch nicht ganz das Ansehn von Planetenscheiben erreicht haben, anführt, sind zum Theil von 1 Minute Durchmesser, und müssen folglich Körper von ungeheurer Größe seyn. Denn wenn wir sie auch nur den nächsten Sternen gleich an Entfernung schätzen, das ist 1 Billion Meilen entfernt, so beträgt ihr Durchmesser 300 Millionen Meilen, welches für Körper, die schon aus sehr verdichtetem Stoffe zu bestehen scheinen, eine ungeheure Größe ist, fast so groß als eine Kugel, die von der Sonne bis an den Uranus reichte. Wir können also wohl sagen, ein solcher planetarischer Nebel sei so groß als eine unser ganzes Sonnensystem einschließende Kugel; denn wir haben eben keinen Grund, ihre Entfernung auf weniger als 8 Billionen Meilen zu beschränken.

Diese mannichfaltigen Arten von Nebeln scheinen also, wenn wir sie in dieser Folge betrachten, eine Stufenfolge darzubieten, die wir nicht besser unter einen Gesichtspunkt fassen können, als wenn wir sie als eine ungleiche

Aus-

Ausbildung betrachten; als eine allmählige Fortbildung, welche den lockern, dünne ausgebreiteten Nebel im Laufe langer Zeiträume zu einem immer vollendetern Zustande der Verdichtung bringt, und endlich aus ihm Körper eigner Art, die sich durch ihren matten Glanz und durch ungeheure Größe von den Sternen unterscheiden, hervorbringt. Aber wenn wir so weit die Bildungsgeschichte dieser räthselhaften Erscheinungen verfolgt haben, ist es dann nicht natürlich, die Frage aufzuwerfen, ob nicht etwa die Sterne selbst aus diesen Nebeln entstanden sind? — Und wirklich giebt es eine große Anzahl von Gegenständen am Himmel, die diese Vermuthung zu einiger Wahrscheinlichkeit erheben. Herschel führt mehr als hundert Gegenstände an, die er mit dem Namen sternähnliche Nebel bezeichnet, weil sie fast ganz so klein und glänzend als Sterne erschienen, aber sich doch durch etwas Nebliches, durch eine Umgebung von matten Strahlen (gleichsam borstenähnliche Umgebung) deutlich von den Sternen unterschieden. Die Vermuthung dürfen wir also wenigstens wagen, daß entweder jene zu planetenähnlichen Nebeln verdichteten Körper noch

eine neue Veränderung ihres Zustandes erleiden, und dann in Sterne übergehen, oder daß sich aus einigen Nebeln jene wunderbaren planetarischen Nebel, und aus andern, vielleicht durch Verschiedenheit der Umstände, Sterne bilden, die zuerst noch mit Nebelresten umgeben uns in einer undeutlichen Gestalt erscheinen und endlich den reinen hellen Sternenglanz annehmen. Freilich für mehr als Vermuthung dürfen wir dieses alles nicht ausgeben; denn wer möchte behaupten, daß die schaffende Natur in jenen unendlichen Räumen grade diese Gesetze befolge, daß das, was uns in unserm entlegenen Standpunkte nach der Verschiedenheit der Erscheinungen als wahrscheinlich vorkommt, daß das genaue Wahrheit sei; aber dennoch läßt sich nicht läugnen, daß wir starken Grund für jene Vermuthungen haben, und daß ein irdischer Beobachter nicht leicht eine genügendere Erklärung für jene Erscheinungen geben könnte.

Vier und funfzigster Brief.

Sie haben neulich gesehen, wie ein irdischer Beobachter den kühnen Gedanken fassen konnte, aus jenen glänzenden Hieroglyphen, deren dunkler Sinn nur dem tief forschenden Geiste klar wird, eine Weltgeschichte zu entwerfen, eine Weltgeschichte in einem viel höhern Sinne als dem gewöhnlichen, indem sie nicht die Begebenheiten weniger Menschenalter, nicht das Streben und Treiben einiger Sterblicher, die einen spannelangen Raum der kleinen Erde beunruhigen, umfaßt, sondern das Entstehen von Welten und Sonnensystemen beschreibt; aber damit endiget sich noch nicht das Bemühen des herrlichen Beobachters, der, als ein ächter Sterndeuter, in einem höchst erhabenen Sinne, uns die inhaltsvollen Worte zu entziffern sucht, durch die der Schöpfer der Welt (wofern unser kühner Glaube uns nicht trügt) am hohen Firmamente uns Spuren seines unendlichen Wirkens entdekken läßt.

Ich würde gern schon heute Sie auf diesem großen Schauplatze weiter führen, Ihnen die verschiedene Gestalt der Sternenheere beschreiben

und Sie auch darin eine Fortbildung bemerken lasse; aber ich habe noch so manche Zusätze zu dem Vorigen zu machen, die ich nicht übergehen darf, daß ich mich genöthigt fühle, heute dabei zu verweilen und meinen nächsten Brief, der wohl der letzte dieser Art seyn wird, jenem Gegenstande zu widmen.

Zuerst muß ich Sie noch einmal an eine früher geäußerte Vermuthung über die Entstehung und Fortbildung der Kometen erinnern. Da die Kometen und ihre Schweife so viele Aehnlichkeit mit den Nebelflecken haben, da ferner der Weltraum in so zahlreichen und ausgedehnten Gegenden mit dieser Nebelmaterie erfüllt ist, warum sollten denn nicht auch die Kometen in ihrem Laufe solche Materie antreffen können? — und wenn sie sie antreffen, warum sollten sie nicht einen Theil derselben mit sich fortführen und uns durch diese ganz fremde Materie Erscheinungen darbieten können, die mit keiner andern Erscheinung zu vergleichen sind? Man könnte hingegen allerdings einen bedeutenden Einwurf aus der Ueberlegung herleiten, daß ja eben so gut wie die Kometen auch die Sonne, wofern sie im Weltraume fortrückt, einmal auf

solche Nebel treffen könnte, und daß dann wir selbst uns in diese Nebel gehüllt finden würden. Dieser Einwurf ist richtig; man kann ihm aber vielleicht durch die Bemerkung begegnen, daß, wie die Schweife der Kometen zeigen, diese Materie nicht in der Nähe der Sonne ausdauert, sondern von ihr zerstreut wird, daß also diese Nebel sich schon bei der Annäherung der Sonne zerstreuen werden; oder man könnte auch fragen, ob nicht etwa die bisher völlig unerklärbaren Nordlichter uns dann umgeben, wenn wir an solche Nebelmassen gerathen?

Doch ich will bei so schwankenden Vermuthungen nicht verweilen, sondern lieber Ihnen einige andre Beobachtungen erzählen, die in Beziehung auf die Nebelflecke gemacht sind. Ich habe schon der Veränderungen erwähnt, die man in dem Nebel des Orion bemerkt hat. Schröter erzählt eine von ihm angestellte Beobachtung, da ein Theil dieses Nebels ganz auffallend viel glänzender erschien als bei frühern Beobachtungen, aber nach wenigen Tagen zu dem gewöhnlichen matten Schimmer zurückkehrte. Er bemerkt ferner, daß an der einen Ecke ein bedeutender Theil des Nebels ganz verschwunden

ist, und daß dort ein Raum, den man nicht unter 30000 Millionen Meilen lang schätzen kann, die Eigenschaft, uns ein mattes Licht darzubieten verloren hat. Einige Beobachter haben auch bemerkt, daß an diesen glänzenden Nebel eine auffallende Dunkelheit gränze, die sich von dem gewöhnlichen Dunkel des Himmels unterscheide; aber es scheint doch immer noch zweifelhaft, ob nicht dieser Anschein bloß Täuschung ist und hier eben so wie in unzähligen andern Fällen bloß von dem angränzenden Lichte entsteht, neben welchem das ganz gewöhnliche Dunkel uns desto abstechender erscheint. Etwas Aehnliches scheint bei den sogenannten Magellans-Wolken oder den Kohlensäcken der Fall zu seyn, die man in südlichen Gegenden in einem uns unsichtbaren Theile der Milchstraße sieht. Dieß sind schwarze Flecken mitten in der Milchstraße, die aber vielleicht nichts sind als der gewöhnlich dunkle Himmel und bloß darum als auffallend schwarz erscheinen, weil sie so scharf abgeschnitten in der glänzenden Milchstraße liegen.

Merkwürdiger scheint mir eine Bemerkung Herschels, an die sich, wie mich dünkt, Laplace's

Vermuthungen über die Ausbildung unseres Sonnensystems sehr nahe anreihen. Herschel fand unter den in der Mitte sehr verdichteten Nebeln viele, die nicht rund erscheinen, sondern sich an beiden Seiten der verdichteten Masse in gleich lange Arme verlaufen, oder die ein sehr abgeplattetes Sphäroid darzustellen scheinen. Diese Gestalt kommt zu oft vor, als daß man sie für unregelmäßig und zufällig halten könnte, zumal da die fast genaue Gleichheit beider Hälften auffallend für die Vermuthung spricht, daß wir hier den Querschnitt eines runden, sehr abgeplatteten Körp rs sehen (Fig. 24. 27. 28. stellen solche Nebel dar). Diese Erscheinungen veranlassen daher die Vermuthung, daß manche jener verdichteten Nebelmassen eine Axendrehung angenommen haben, und indem sie ihre dünnere Hülle gleichfalls in diese drehende Bewegung versetzen, sie nöthigen, die Gestalt anzunehmen, welche das Gleichgewicht bei einem rotirenden Körper fordert. Widersinniges liegt wenigstens in dieser Vermuthung nicht, denn denkbar ist es, daß die von verschiedenen Seiten auf ungleiche Weise gegen den verdichtetern Körper zusammenfließenden Materien, diesem Körper

eine Rotation ertheilen können, und daß dann alle umgebenden Flüssigkeiten, grade wie unsre Atmosphäre, genöthiget werden, dieser Rotation zu folgen. Betrachten wir nun die verdichteten Nebel als sich bildende Sterne, die noch nicht zur Reife gelangt sind, so ist es eben nicht unnatürlich zu fragen, ob etwa unsre Sonne mit ihrem Planetengefolge sich auch einmal in diesem Zustande befunden habe? Wäre die ganze Masse unsres Sonnen- und Planetensystems wirklich einst in verdünntem flüssigen Zustande in einen bis über die Uranusbahn ausgedehnten Raum vertheilt gewesen, und hätte diese ganze Masse eine Axendrehung nach derselben Richtung, wie die Sonne, und um dieselbe Axe gehabt, die noch jetzt die Axe der Sonne ist: so mußten alle Körper, die sich in dieser großen Masse zu einzelnen Planeten verdichteten, sich in der Ebne des Sonnen-Aequators um die Sonne bewegen, so wie es, mit nur geringen Abweichungen, die im Laufe späterer Jahrtausende sehr wohl entstanden seyn können, wirklich noch jetzt mit den Planeten der Fall ist. Diese Vermuthung zeigt uns also einen Grund für die

Uebereinstimmung in den Bewegungen der Planeten; sie läßt uns schließen, daß die Kometen, die etwa in jener Zeit in den Raum unsers Planetensystems gelangten, ihren Lauf nicht regelmäßig fortsetzen konnten, und daß alle die Kometen, die wir jetzt noch beobachten, sich damals jenseits der Gränzen dieser flüssigen Masse befanden. Um aber die Uebereinstimmung zu erklären, welche sich in der Umdrehung der Planeten und in dem Laufe der Planeten um die Sonne, und der Monde um die Planeten findet, müssen wir uns die Veränderungen, die unser Nebelfleck erlitt, etwa auf folgende Art (wie Laplace meint) vorstellen. Die dünne bis über den Uranus hinaus ausgedehnte Nebelmasse wurde durch eine schnelle Aenderung, etwa so wie wir es bei plötzlich abnehmender Temperatur uns denken könnten, bis ohngefähr zur Saturnusbahn zusammen gezogen; bei dieser plötzlichen Verdichtung blieben zerstreute Theile zurück, die sich nun in einen planetischen Körper, den Uranus, zusammen zogen, indem die wegen ihrer nicht genau gleichen Umlaufszeiten nach und nach neben einander vorbeilaufenden Massen sich mit

der bedeutendsten hier zurückgelassenen Masse vereinigten. So lange diese Massen noch der ehmaligen Rotationsgeschwindigkeit des gesammten Nebels folgten, liefen sie alle in fast gleicher Zeit um die Sonne; aber nach ihrer Absonderung von dem Centralkörper mußten sie nun den Gesetzen der anziehenden Kräfte folgen, und deshalb ward die Umlaufsperiode des neuen Planeten länger, während vorzüglich seine von der Sonne entferntesten Theile noch ein Bestreben hatten, ihrer alten Geschwindigkeit zu folgen; und indem diese schneller fortzueilen strebten, aber durch ihre Verbindung mit der ganzen Masse daran verhindert wurden, ertheilten sie der ganzen Masse eine Umdrehung nach einer mit der Richtung der Bewegung übereinstimmenden Richtung. Verdichtete der Centralkörper sich abermals, so bildete sich ein zweiter Planet, und so entstand das Planetensystem, während die Sonne allmählig zu ihrem jetzigen Zustande von Verdichtung gelangte. Jeder so gebildete Planet war nun zuerst selbst in einem sehr verdünnten Zustande und nahm so, während seine Masse sich bis über die jetzigen Bahnen seiner Monde hinaus erstreckte, eine Rotationsgeschwindigkeit

an; indem er nun auf ähnliche Weise wie der Centralkörper verdichtet ward, bildeten sich seine Monde, deren Umlaufs-Ebne also mit dem Aequator des Planeten übereinstimmen mußte. Hier erklärt sich dann ganz gut, warum die Monde, grade als ob sie noch Theile des Planeten wären, ihm noch immer dieselbe Seite zukehren, obgleich ihre Umlaufszeit sich so geändert hat, wie es den Gesetzen der anziehenden Kräfte gemäß ist. Aber Sie werden mit Recht einwenden, daß das auch bei den Planeten in Beziehung auf die Sonne der Fall seyn sollte; und ich muß Ihnen aufrichtig gestehn, daß auch ich den Grund nicht recht begreife, den Laplace für die Rotationen der Planeten und insbesondre für die übereinstimmende Richtung derselben angiebt. Ich habe diese Gründe so gut als ich es vermochte zu erläutern gesucht; aber mir scheint es ganz, als ob eine Rotation nach der entgegengesetzten Richtung sich eben so gut denken ließe, und daß man am ehesten vermuthen würde, auch die Planeten müßten, nach dieser Entstehungsart, der Sonne immer einerlei Seite zukehren.

Ich glaubte diese Hypothese, auf welche

Laplace selbst kein sehr großes Gewicht legt, hier erwähnen zu dürfen, weil ein Theil derselben mit Herschels Beobachtungen nahe in Verbindung steht, und durch sie gleichsam bestätiget wird; dieser Theil der Hypothese stimmt ganz mit Kants schon vor vielen Jahren aufgestellten Ideen überein, den ich, als den ersten Urheber dieser Gedanken nicht zu nennen vergessen darf; das übrige wollen wir auf sich beruhen lassen und lieber jetzt Herschels Beobachtungen über Nebel weiter kennen lernen. Seine Vermuthung, daß aus den Nebeln sich Sterne bilden, gewinnt durch einige Beobachtungen, die ich noch nicht angeführt habe, noch mehr Wahrscheinlichkeit. So wie es sternähnliche Nebel giebt, die den Sternenglanz fast erreichen, aber doch noch ein nebelhaftes Ansehen haben, so giebt es auch Sterne, die den vollen Sternenglanz besitzen, aber noch mit Nebelhüllen umgeben sind. Der Stern steht hier in der Mitte eines ihn von allen Seiten umgebenden Nebels, grade eben so wie wir vorhin Nebelkerne mit dünnem Nebel umgeben gefunden haben; so daß es hier scheint, als ob der verdichtete Nebel schon in den Zustand eines hellglänzenden Ster-

nes übergegangen ist, ehe noch aller dünne vertheillter Nebel sich mit ihm vereiniget hatte. Andre Beobachtungen scheinen zu verrathen, daß Nebel sich gegen schon ausgebildete Sterne hinziehn und sich nach und nach mit ihnen vereinigen. Es giebt Doppelsterne, zwischen denen ein schmaler Nebelfleck liegt, der sich in die Länge gedehnt von einem dieser Sterne zum andern erstreckt; man findet Sterne, an denen ein länglicher Nebel sich so angefügt hat, daß sein eines Ende den Stern berührt, von dem es also scheint, als sei er durch anziehende Kraft aus der Ferne gegen den Stern hingezogen worden; andre Sterne stehen in ausgebreiteten Nebelschichten und haben um sich den Nebel merklich verdichtet; andre endlich bilden den Mittelpunkt eines feinen, elliptisch geformten, stark in die Länge gedehnten Nebels. Außerdem führt Herschel 37 Sternhäufchen an, die mit Nebel vermischt sind, die also entweder aus diesem Nebel entstanden seyn könnten, oder auch benachbarte Nebelmassen zu sich hin gezogen haben und vermuthlich die in ihnen enthaltne Materie in sich aufnahmen. Bloß zufällig ist bei diesen zahlreichen Gegenständen die Verbindung von Sternen und

Nebel gewiß nicht; denn wenn gleich mancher Stern nur zufällig vor oder hinter einem Nebel liegen mag, so sind doch bei vielen der angeführten Erscheinungen die Umstände gar zu bestimmt, z. B. der Stern genau in der Mitte oder genau im Endpunkte des Nebels, und ihre Zahl ist für ein bloßes Zusammentreffen zu groß, indem z. B. die Sternhäufchen nicht so reichlich am Himmel vorhanden sind, daß ihrer 37 nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit mit kleinen Nebelflecken zusammentreffen könnten. Mögen also immer unsre Schlüsse über diese uns völlig unbekannten Gegenstände noch viel Unsichres haben, so scheint es doch als ob sich sehr vieles vereinige, um die Vermuthung zu begründen, mit welcher ich Sie unterhalten habe. Vielleicht führen künftige Beobachtungen zu bestimmterer Gewißheit.

Fünf und funfzigster Brief.

Ich habe zwar schon früher der entfernten Sternenheere erwähnt, die, in einen kleinen Raum zusammengedrängt, sich schwächern Fernröhren nur als matt glänzende Fleckchen zeigen, und in denen nur sehr starke Teleskope ein Gedränge von Sternen deutlich entdecken; ich habe aber damals Sie nicht auf die verschiedenartige Anordnung dieser Sternsysteme aufmerksam gemacht, und kehre deshalb noch einmal zu diesem Gegenstande zurück. Unser eignes Sternsystem bietet uns schon Veranlassung zu mannichfaltigen Betrachtungen dar. Ist dieses Sternheer begränzt, mit einem leeren Raume umgeben, so können wir es uns nicht gut anders denken, als daß die an seinen Gränzen liegenden Sterne einen Zug gegen die Mitte hin leiden, und daß die anziehenden Kräfte der sämtlichen Körper des Systems dahin wirken, diese entlegensten Sterne näher zu sich zu ziehen. Die ungeheuern Fernen, durch welche ein Stern von dem andern gesondert ist, schwächen freilich in starkem Maaße diese Attraktionen, aber sie vernichten sie doch nicht völlig, und ihre Wirkung mag also freilich

geringe seyn; aber in einer unbegränzt langen Zeit muß doch wohl ihre Wirkung sich äußern. Eben diese Schlüsse können wir auf die kleinern Gruppen von Sternen anwenden, die wir in unserm Sternsysteme finden. Werden die äußersten Körper dieser Gruppen gleich in einigem Grade von den umgebenden Sternen angezogen, so muß doch der Zug gegen die Mitte der Gruppe viel stärker seyn und also ein Bestreben des nähern Zusammendrängens statt finden. Wenn wir dieses überlegen, so scheint es, als ob die Anordnung der Sterne, die wir jetzt beobachten, und welche in dem kurzen Zeitraume einiger Jahrtausende sich nicht erheblich geändert hat, gleichwohl nicht von unendlicher Dauer seyn werde, als ob dieses große Sternenheer sich nach einem langen Zeitraume allmählig in abgesonderte Haufen zertheilen müsse. Möglich zwar ist es, daß entweder schon bei der jetzigen Anordnung diesem Zusammenrücken durch Kreisbewegungen der einzelnen Sterne gewehrt wird, oder daß allmählig bei weiterem Fortwirken der anziehenden Kräfte Kreisbewegungen um des Systemes Mittelpunkt entstehen, welche der weiteren Verän-

derung

derung Schranken setzen; aber da wir solche Kreisbewegungen nicht bemerken, und ihre Nothwendigkeit nicht kann bewiesen werden, so ist es wenigstens erlaubt zu fragen, ob solche Veränderungen im Weltgebäude sich aus Beobachtungen als wahrscheinlich zeigen.

Und hier scheint nun aus der Beobachtung jener entfernten Sternheere sich eine merkwürdige Bestätigung des Gedankens zu ergeben, daß auch in diesen Sternensystemen sich die anziehende Kraft thätig zeige, daß auch sie, wie alles Sichtbare, Veränderungen erleiden, und daß es Sternensysteme giebt, die in diesen Veränderungen schon viel weiter fortgegangen sind, als dasjenige, welches uns umgiebt. Unter den Hunderten von Sternenheeren, die Herschel beobachtet hat, die in einen kleinen Raum zusammengedrängt eine nicht mehr zählbare Menge von Sternen enthalten, sind viele unregelmäßige, deren Gränzen keine auffallend bestimmte Gestalt haben, in deren Mitte die Sterne eben nicht gedrängter stehen, und über deren Gränzen hinaus einzelne Sterne sich zerstreut in den leeren Raum zu verlieren scheinen. Obgleich diese Haufen unvollkommen gesammelt sind, so

bemerkt man doch, selbst wenn sie in höchst sternenreichen Gegenden stehen, daß sie von andern Sternenhaufen durch einen leeren Raum getrennt sind und also ein eignes System bilden; aber ihre unregelmäßige Gestalt, ihre zerstreute Lage zeigt sie uns so, wie wir uns einen Sternenhaufen denken müssen, der noch in dem frühern Zeitraume seines Daseyns nicht Zeit gehabt hat, sich der Wirkung der anziehenden Kräfte ganz gemäß zu bilden, dessen Trennung von andern Sternen aber doch schon eine solche Wirkung andeutet.

Andre Sternensysteme sind schon deutlicher um bestimmte Mittelpunkte vereinigt. Unter mancherlei verschiedenen Formen stellen sie sich dar, verrathen aber alle eine vollendetere Wirkung der anziehenden Kraft. Es giebt unter ihnen manche (Fig. 29.), die sich der rundlichen Form nähern und gegen die Mitte verdichtet sind. Einige dehnen sich in die Länge und scheinen sich gegen mehrere verschiedene Mittelpunkte zu verdichten, so daß im Laufe langer Zeiträume vielleicht eine Trennung in mehrere Systeme erfolgen könnte. Einige sind gegen eine Reihe von ausgezeichneten Sternen

so hingedrängt, daß die Linie dieser größern Sterne gleichsam eine Reihe von anziehenden Mittelpunkten bildet, und das Ganze fast eine cylindrische Form hat. Merkwürdig ist unter ihnen ein Sternenring, der in der Mitte einen leeren Raum hat; wo also vermuthlich mehrere in einem Kreise stehende größere Sterne ihre kleinern Nachbarn nöthigten, sich ihnen zu nähern und von der Mitte zurückweichend einen Ring zu bilden; — einen Ring, der freilich, wenn die anziehenden Kräfte der größern Sterne auf einander durch nichts gehemmt werden, sich allmählig enger zusammenziehen muß.

Doch ich will Sie mit diesen einzelnen Verschiedenheiten, deren es unzählige geben mag, nicht länger unterhalten. Die Hauptverschiedenheit besteht doch nur darin, daß jene nähere Sammlung um einen Mittelpunkt in den mannichfaltigsten Graden der Vollendung vorkommt. Von jenen kaum noch zu einem abgesonderten Heere gesammelten, an den Gränzen zerstreut liegenden, gegen die Mitte wenig gedrängten Sternen, bis zu den kugelförmigen Sternenheeren, die in der Mitte aus einem Gedränge gar nicht mehr einzeln zu erkennender Sterne beste-

hen, die an den Gränzen kaum noch einzelne über die Kugelform hinaus irrende Sterne zeigen, finden sich die leisesten Abstufungen, welche deutlich zu erkennen geben, daß alle diese Gegenstände gleichartig sind und sich uns nur gleichsam in einem verschiedenen Alter zeigen. In jenen noch unregelmäßig zerstreuten Sternenheeren sehen wir erst die frühesten Spuren einer zusammendrängenden Kraft, welche sich deutlicher und deutlicher zeigt in den mehr verdichteten Systemen. Wir sehen zwar nicht den Fortgang dieser Verdichtung, der vermuthlich in vielen Jahrtausenden erst merklich wird; aber wir sehen Sternenheere, die durch eine längere Dauer schon zu dem Zustande gelangt sind, dessen Anfang uns einige und dessen Fortgang uns andre Sternenheere anzeigen.

Jene kugelförmigen Sternensysteme, die schönsten Gegenstände am Himmel, von denen Fig. 30. so gut es möglich ist eine schwache Darstellung giebt, zeigen sich deutlich als um den Mittelpunkt verdichtet, indem die Menge der Sterne in ihnen weit stärker gegen den Mittelpunkt hin zunimmt, als es bei gleichförmiger Vertheilung in einem kegelförmigen Raume der

Fall seyn würde. Die Verdichtung gegen den Mittelpunkt ist bei ihnen sehr regelmäßig und allmählig wachsend, und in dem Mittelpunkte selbst sieht man nur das Flimmern unzähliger Sterne, deren Zahl sich nicht bei Hunderten abschätzen läßt. So zeigen sich die schönsten unter ihnen; aber es giebt andre, die ganz denselben Eindruck machen, aber matter erscheinen, die offenbar viel entfernter sind, und nur durch ihre Aehnlichkeit mit jenen zu dem Schlusse berechtigen, daß auch sie aus einem Heere von Sternen bestehen, wenn gleich diese Sterne selbst mit den stärksten Fernröhren nicht mehr deutlich erkannt werden. Und so reihen sich an diese matteren Erscheinungen immer schwächere, die sich in ihrer großen Ferne fast dem Blicke entziehen, aber durch ihre Aehnlichkeit mit jenen uns zu der Vermuthung leiten, daß wir auch in ihnen noch ganze Sternenheere erblicken, deren letzter, verschwindender Schimmer kaum noch fähig ist, unser Auge zu rühren.

So scheint also die überall wirkende anziehende Kraft selbst diese unermeßlichen Weltenheere zu beherrschen. Sie scheint sich auch in unserm Sternensysteme zu verrathen; denn di-

Milchstraße, obgleich sie wie ein lichter Streif um den ganzen Himmel läuft, zeigt doch hellere Gegenden, die mit minder glänzenden abwechseln; Gegenden also, wo die Sterne sich zusammendrängen, während zwischen diesen Haufen leere Räume entstehen. Wir dürfen daher vermuthen, daß die Milchstraße sich je mehr und mehr in solche einzelne Systeme zerlegen wird; der geringe Fortgang dieser Zusammendrängung scheint zu beweisen, daß ihre vergangene Dauer noch keine Ewigkeit umfasse, und daß sie an Alter den Sternenheeren nicht gleich ist, die wir in dem vollendetsten Grade ihrer Ausbildung sehen.

Aber was folgt aus diesen Betrachtungen? — Wenn sich die Sternenheere immer gedrängter um ihren Mittelpunkt vereinigen, müssen sie dann nicht endlich zusammenstürzen? — Wir können nicht bestimmen, ob dieß geschehe; denn es könnte wohl seyn, daß jenem Annähern durch entstehende Kreisbewegung oder auf andre Weise ein Ziel gesetzt und so die Dauer dieser Systeme auf unabsehbare Zeit gesichert würde. Aber auch das Gegentheil können wir nicht für unmöglich erklären. Alles was den Sinnen erkennbar ist, ist vergänglich, und es ist daher mög-

lich, daß auch diese Weltenheere nach einer Dauer von vielen Jahrtausenden, nach einer Dauer, die, für uns undenkbar, Ewigkeiten gleicht, das Ende ihres Daseyns erreichen, vielleicht um neuen Schöpfungen Raum zu geben. Wenn dieses möglich ist, so waren vielleicht die neuen Sterne, die zuweilen wenige Monate lang mit wunderbarer Pracht am Himmel glänzten, *) die letzten Strahlen dieser untergehenden Welten, welche in ihrem Zusammenstürzen, mit vereintem Glanze auflodernd, aus den fernsten Räumen des Weltalls herüberleuchteten, uns den furchtbaren Tag ihres Unterganges zu verkündigen. Den furchtbaren Tag, wo, wenn wir nach menschlicher Einsicht reden dürfen, unzählige Schaaren empfindender Wesen das Ende ihres Daseyns fanden! — Oder ist diese

*) Vorzüglich der von Tycho in der Cassiopea und der von Keppler im Schlangenträger beobachtete, die beide einen ausgezeichneten Glanz zeigten. Der erste insbesondre glich der Venus an Glanz und wurde selbst bei Tage gesehen; aber sehr bald ward sein Licht dunkler und nahm fortdauernd ab, bis er nach sechzehn Monaten ganz erlosch und nie wieder am Himmel aufzufinden war.

Vorstellung der Weisheit und Güte des Unendlichen unwürdig? Seiner unwürdig wäre sie nur dann, wenn wir zweifelten, ob die unendliche Liebe, die unsre ersten irdischen Empfindungen durch den Abglanz ihrer selbst in dem liebenden Auge der Mutter beglückte, die unendliche Liebe, zu der wir an dem Grabe unsrer Freunde vertrauensvoll aufblicken, und der wir einst am Rande des dunkeln Thales auch unsre Seele zu befehlen hoffen, ob sie zu arm sei, auch jenen zahllosen Schaaren sich in neuem Glanze zu verherrlichen. — —

Doch, wer vermag zu sagen, ob wir Seine Werke würdig darstellen! Darzustellen, was unser Auge übersieht und was unser Verstand begreift, das allein ist der Zweck, den ich mir bei diesen Briefen vorsetzte; wenn ich diesen erreicht habe, wenn ich Sie geleitet habe, die Entdeckungen der Astronomen mit klarem Blicke zu übersehen und Sich von der Wahrheit dieser Entdeckungen zu überzeugen: so ist der nächste Zweck meiner Bemühungen erreicht. Und ist dieser erreicht, so bin ich auch gewiß, Ihnen Stoff genug zu einer ehrfurchtsvollen bewun-

dernden Betrachtung des Himmels gegeben zu haben, und zu reiner Freude über die Kraft des menschlichen Geistes, die sich in der Entdeckung der Gesetze des Weltbaues vielleicht in ihrem größesten Lichte zeigt.

In den ersten Monaten dieses Jahres ist bei mir erschienen und an alle Buchhandlungen versandt worden:

J. Craigs Grundzüge der Politik. Untersuchungen über die wichtigsten bürgerlichen Angelegenheiten, nach der Erfahrung. Aus dem Englischen. gr. 8. 1ster Bd. 1 Thlr. 20 Gr.

Die Grundsätze der erfahrungsmäßigen Politik werden in diesem Werke deutlich entwickelt; es stellt den wichtigsten Stoff zusammen, und giebt Gelegenheit zum ernsten Nachdenken über die wichtigen bürgerlichen Angelegenheiten; es ist mit der Methode behandelt, welche dem ernsten Mann ziemt, und die allein zu sichern Resultaten führen kann, und in einer Sprache, welche eben so bescheiden als freimüthig ist.

L. Jürines Abhandlung über den Croup, welche den von Napoleon ausgesetzten Preis getheilt hat. Aus dem franz. Mspt. übersetzt von Dr. Heinecken, mit einer Vorrede und vielen Anmerkungen herausgegeben von Dr. Albers. 4. Druckp. 3 Thlr. Schreibpr. 4 Thlr.

Der Werth dieser Preisschrift, so wie der des Hrn. Dr. Albers, welche ebenfalls bei mir erschienen ist, ist dem medizinischen Publikum hinreichend bekannt.

Laun, Fr., Reise in das Schlaraffenland. Ein Fastnachtsmährchen. 8. Schreibp. 21 Gr. Druckp. 18 Gr.

Wer eine leichte und heitere Unterhaltung sucht, wird durch dieß Mährchen, das sich von Anfang bis zu Ende in gleicher Laune erhält, gewiß befriedigt werden.

Theagenes, (nach dem Französischen der Dem. Gallien). 8. Schreibp. 6 Gr.

Nie ist wohl das eigentliche Wesen des Gebetes in einem schöneren Gewande dargestellt worden, als in dieser kleinen gemüthlichen Schrift.

Leipzig im März 1816.

Georg Joachim Göschen.

Druckfehler und Verbesserungen

im vierten Bande.

S. 73. Z. 10. statt: mag lies: man

S. 112. letzte Zeile, sollte mit den Worten: Zu diesen Sternen — ein neuer Absatz anfangen.

S. 125. Z. 3. statt: die Richtung nach der Frühlingsnachtgleiche lies: die Richtung nach dem Puncte der Frühlings-Nachtgleiche

S. 228. Z. 4. v. u. statt: hingegen lies: hiegegen

S. 244. letzte Zeile, statt: kegelförmig l. kugelförmig

Außer diesen wenigen Verbesserungen habe ich nur noch die Bemerkung beizufügen, daß Setzer und Corrector eine Ortographie befolgt haben, die von der meinigen wesentlich verschieden ist; so zum Beispiel soll man meiner Meinung nach nicht: Punkt, vertikal, Konjunktion, Zirkel, sondern Punct, vertical, Conjunction, Cirkel u. s. w. schreiben.

Brandes.

Druckfehler und Verbesserungen

im vierten Bande.

S. 73. Z. 10. statt: weg lies: man

S. 112. letzte Zeile, sollte mit den Worten: Zu diesen Sternen — ein neuer Absatz anfangen.

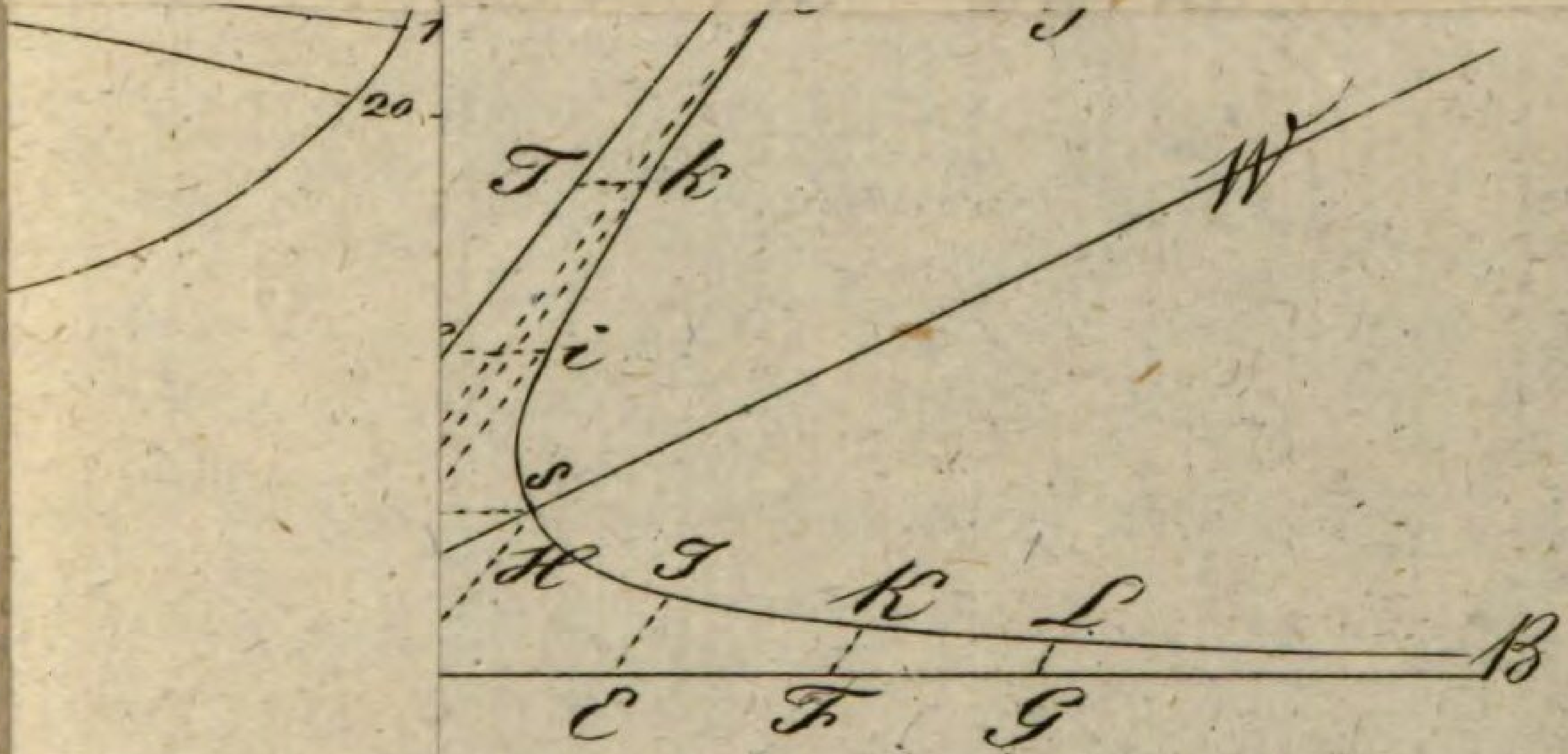
S. 127. Z. 3. statt: die Richtung nach der Frühlingsnachtgleiche: lies: die Richtung nach dem Puncte der Frühlings-Nachtgleiche

S. 228. Z. 4. v. u. statt: hingegen lies: hiergegen

S. 244. letzte Zeile, statt: kegelförmig l. kugelförmig

Außer diesen wenigen Verbesserungen habe ich nur noch die Bemerkung beizufügen, daß Setzer und Corrector eine Orthographie befolgt haben, die von der meinigen wesentlich verschieden ist; so zum Beispiel soll man meiner Meinung nach nicht: Punkt, vertikal, Konjunktion, Zirkel, sondern Punct, vertical, Conjunction, Cirkel u. s. w. schreiben.

Brandes.



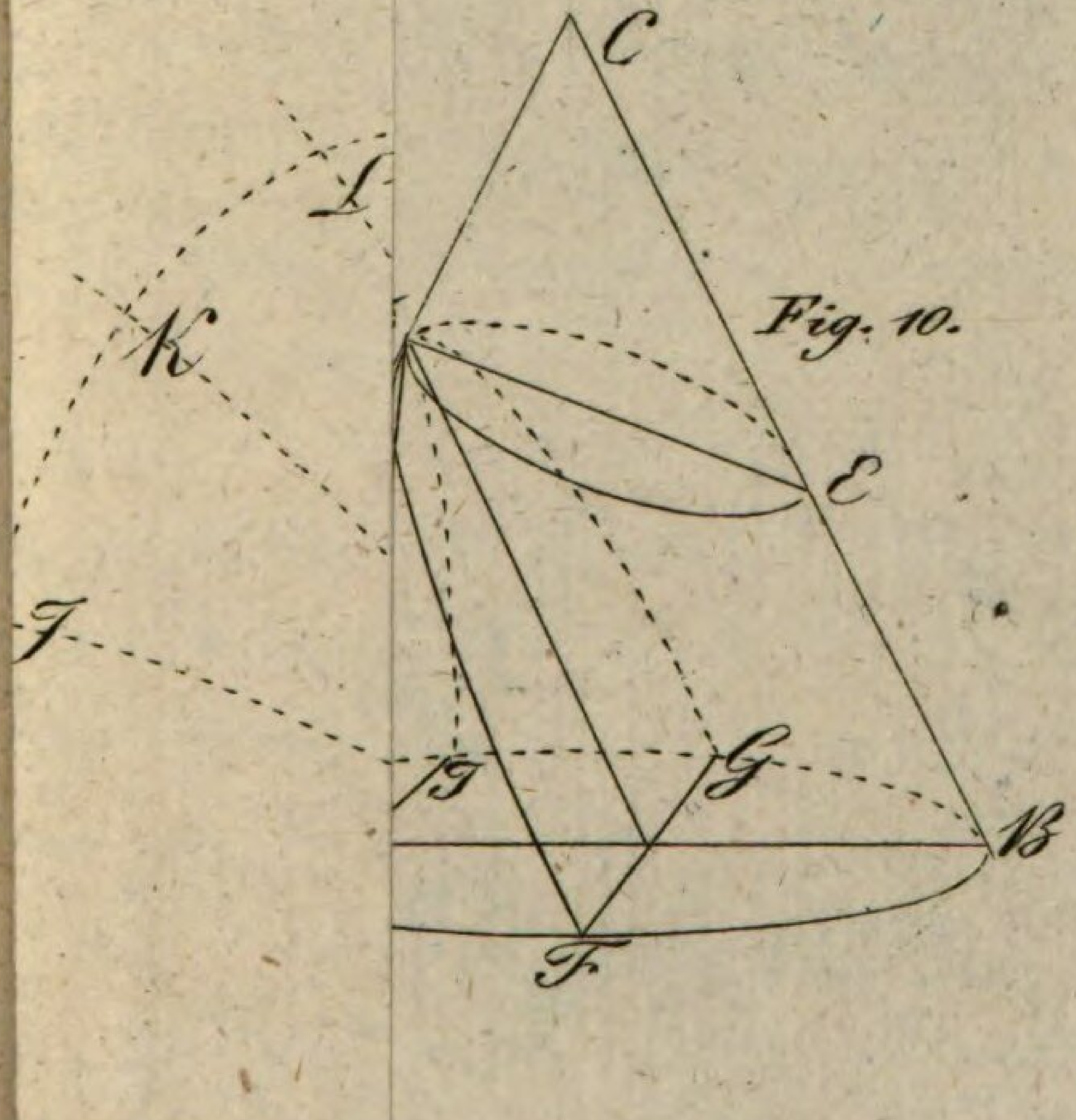


Fig. 10.

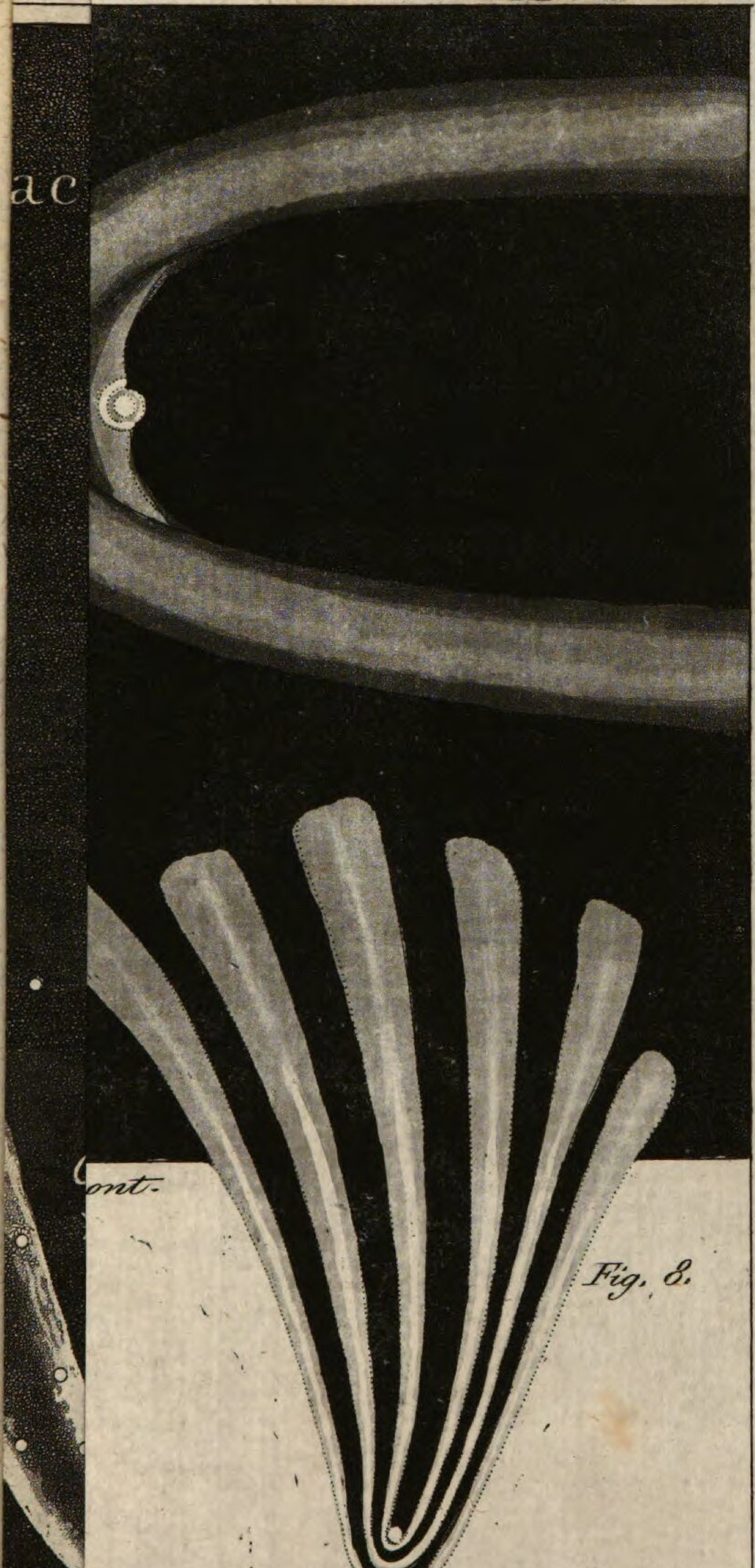
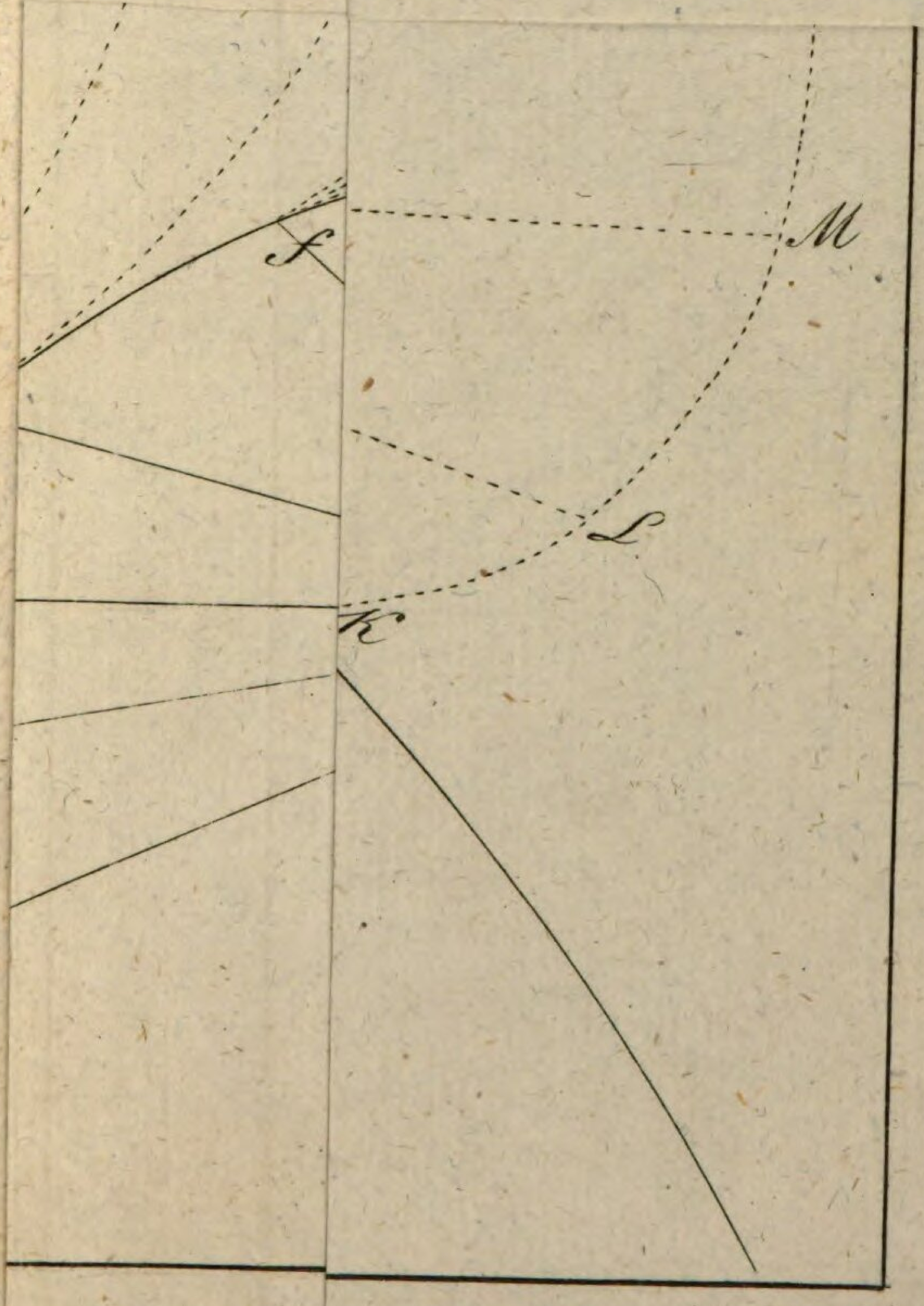
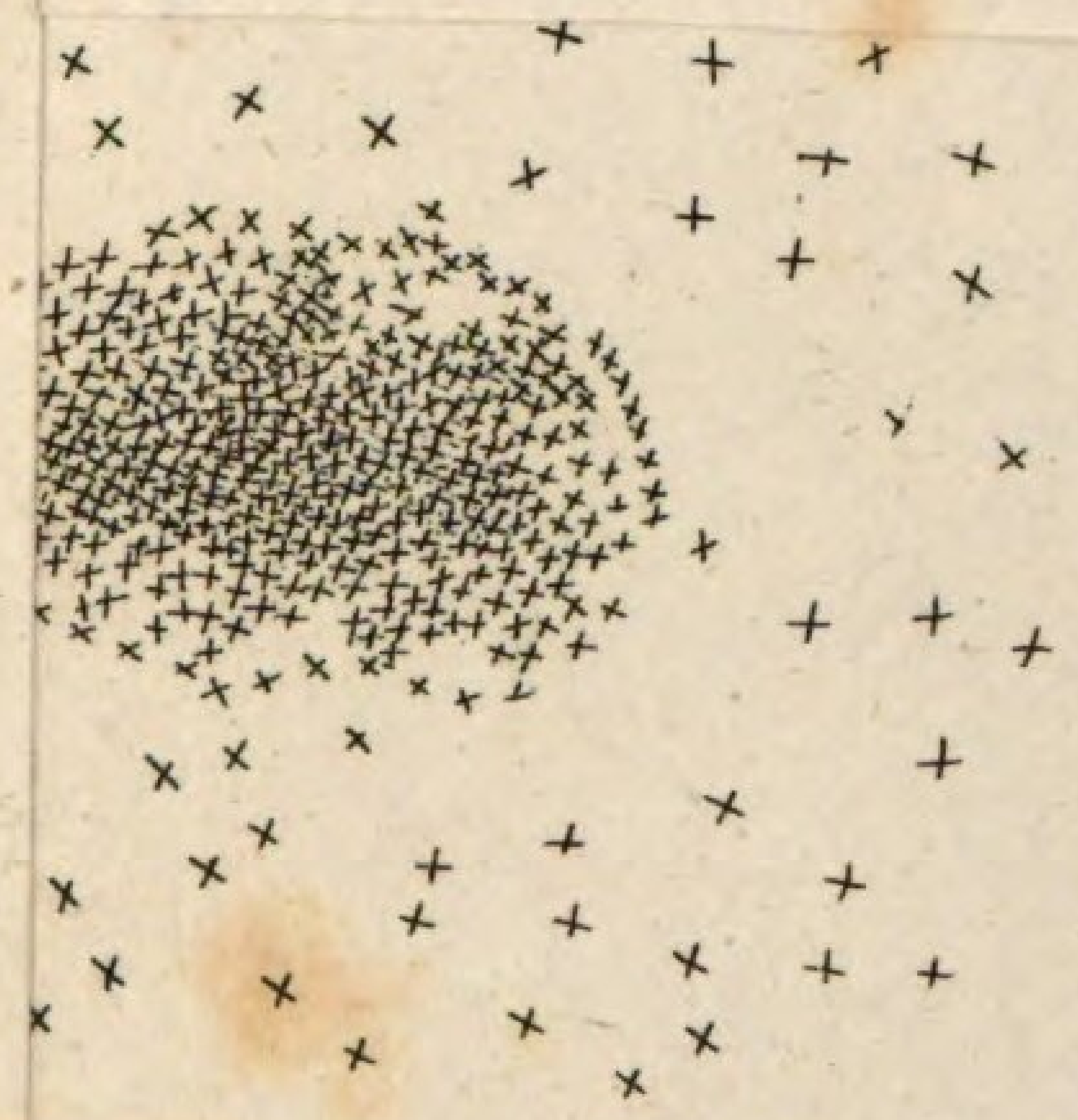


Fig. 8.

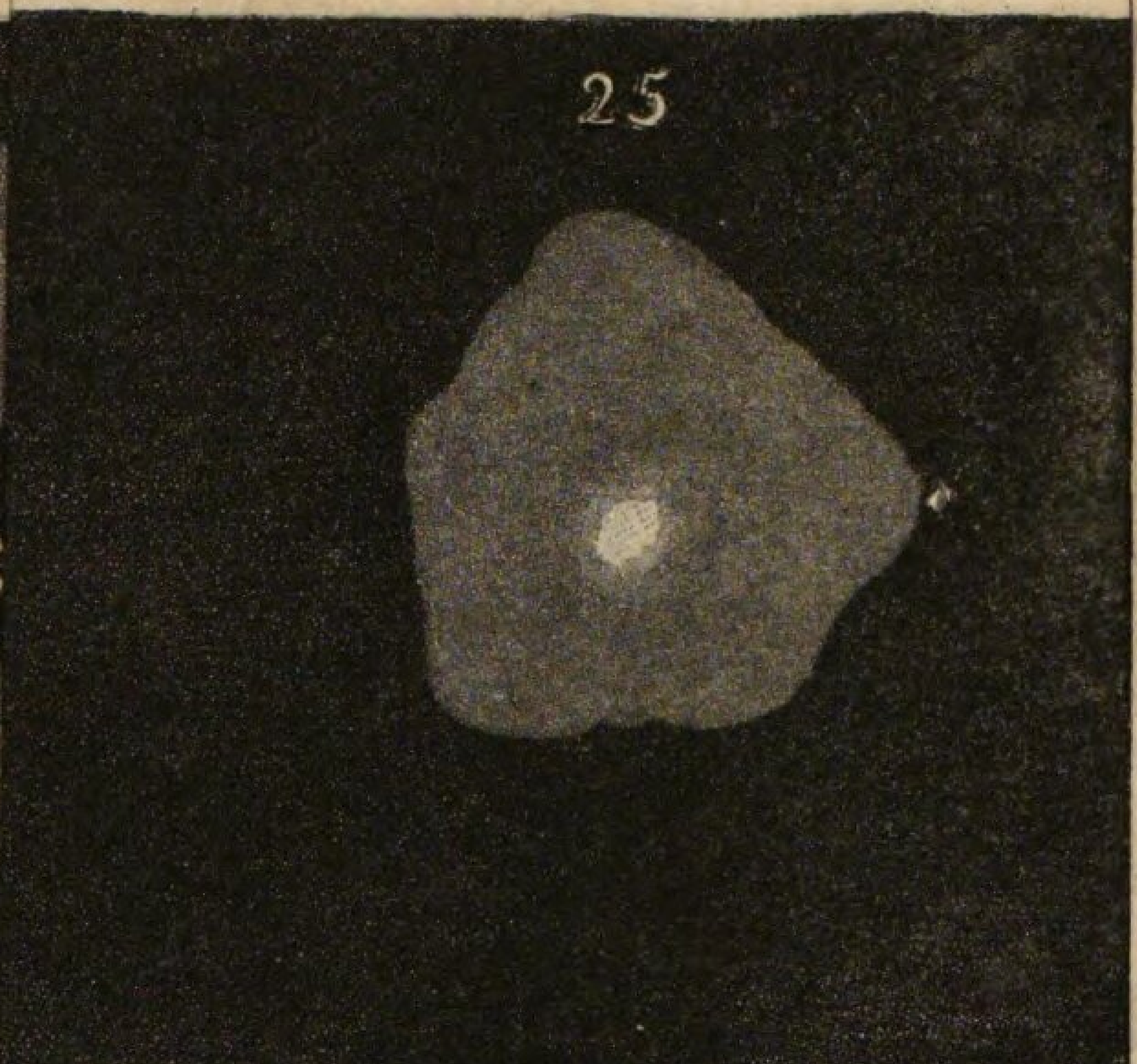


f
M
L
K

D
C



22
23


25

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Brandes, Heinrich Wilhelm,

Die vornehmsten Lehren der Astronomie deutlich dargestellt in Briefen an eine Freundin

Bd.: 4

Leipzig (1816)

Astr.u. 35-3/4
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10060875-3